

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FINAL

ETF de Renta Fija durante el ciclo de endurecimiento monetario 2022-2023: ¿Ilusión de liquidez o Price Discovery?

Autor/es:

Juan Cruz Lavié – LU: 1136731

Juan Ignacio Pourtau – LU: 1146065

Carrera:

Lic Finanzas

Tutor/a: Melo Pisani Alba Fiorella

Año:

2026

Universidad Argentina de la Empresa
Facultad de Ciencias Económicas

UADE

ÍNDICE

Resumen.....	4
Palabras clave.....	4
Abstract.....	4
Introducción.....	5
1. Planteamiento del problema	6
2. Justificación de la investigación.....	8
3. Preguntas de investigación	9
4. Objetivo General	9
4.1 Objetivos Particulares	10
5. Hipótesis principal (H1)	10
5.1 Hipótesis secundaria (H2).....	10
6. Marco teórico conceptual	10
6.1 Mercado de bonos corporativos y estructura over-the-counter (OTC).....	10
6.2 Bonos high yield y liquidez de mercado	11
6.3 Exchange-Traded Funds, NAV y premium/descuento.....	12
6.4 Authorized Participants y arbitraje.....	13
6.5 Política monetaria, condiciones financieras y spread OAS.....	14
6.6 Hipótesis de Mercados Eficientes, price discovery e ilusión de liquidez	16
7. Marco teórico referencial	17
7.1 Primeros descubrimientos de price discovery en la literatura	17
7.2 La evidencia bajo estrés sistémico: el episodio de COVID-19.....	18
8. Síntesis del marco teórico	19
9. Metodología	19
9.1 Enfoque y tipo de investigación	20
9.2 Diseño y unidad de análisis	20
9.3 Fuentes de datos, período y muestra.....	21
9.4 Definición operativa de las variables	22
9.5 Tratamiento previo de los datos y pruebas de estacionariedad.....	22

9.6 Estrategia de análisis econométrico.....	23
9.6.1 Prueba 1. Relación lead-lag y predictibilidad (price discovery).....	23
9.6.2 Prueba 2. Causalidad de Granger (dirección del flujo informativo).....	24
9.6.3 Prueba 3. Determinantes de la prima/descuento: política monetaria y estrés crediticio	25
9.7 Software, validación y reproducibilidad	25
9.8 Supuestos de identificación y alcances del diseño.....	25
10. Análisis de resultados.....	26
10.1 El ciclo de endurecimiento monetario en los datos.....	26
10.2 Estacionariedad de las series	29
10.3 Prueba 1: relación lead-lag y predictibilidad	29
10.4 Prueba 2: dirección del flujo informativo (causalidad de Granger).....	31
10.5 Prueba 3: prima/descuento, política monetaria y estrés crediticio	32
10.6 Síntesis: contraste de hipótesis y diálogo con la literatura	34
11. Conclusiones.....	35
11.1 Limitaciones del estudio.....	37
11.2 Líneas futuras de investigación.....	38
Anexos	39
Anexo A. Estimación completa de la especificación de rezagos distribuidos	39
Anexo B. Cronología de decisiones de tasa del FOMC durante el período de análisis	39
Anexo C. Salidas computacionales de las pruebas econométricas.....	40
C.1. Preparación de los datos y construcción de las variables	40
C.2. Pruebas de estacionariedad — test de Dickey-Fuller aumentado	41
C.3. Prueba 1 — Regresión lead-lag (directa e inversa).....	41
C.4. Prueba 1 (robustez) — Rezagos distribuidos y no reversión.....	42
C.5. Prueba 2 — Causalidad de Granger sobre el VAR bivariado	43
C.6. Prueba 3 — Determinantes de la prima/descuento.....	44
Bibliografía	46

Resumen

Los bonos corporativos *high yield* se negocian en un mercado extrabursátil (OTC) opaco e ilíquido, cuyos precios tardan en actualizarse. Los ETF que los agrupan cotizan en bolsa de forma continua y, bajo tensión, su precio puede apartarse del valor liquidativo (NAV). Esa divergencia motiva este trabajo: ¿anticipa el ETF el valor real de los bonos (*price discovery*) o genera liquidez ilusoria? Se estudia el HYG, el mayor ETF del segmento, durante el endurecimiento monetario 2022-2023, con un enfoque cuantitativo de series de tiempo (498 observaciones diarias, Bloomberg): regresiones predictivas *lead-lag*, causalidad de Granger y una regresión de la prima/descuento contra la tasa a dos años y el spread OAS, con errores de Newey-West. Los retornos del ETF anticiparon los del NAV de forma unidireccional y sin reversión, y las subas de tasa y spread generaron descuentos transitorios: la evidencia respalda el descubrimiento de precios, no la ilusión de liquidez.

Palabras clave

ETF de renta fija; descubrimiento de precios (*price discovery*); bonos *high yield*; endurecimiento monetario; prima/descuento sobre el NAV.

Abstract

US high-yield corporate bonds trade in an opaque, illiquid over-the-counter market where prices can take days to update. Fixed-income ETFs, by contrast, trade continuously on an exchange, so under stress the fund price can drift away from the value of its portfolio (NAV). That divergence motivates this paper: does the ETF anticipate the true value of the underlying bonds (*price discovery*), or merely offer an illusion of liquidity? We examine HYG, the world's largest high-yield ETF, during the Federal Reserve's 2022-2023 tightening cycle, using a time-series design on 498 daily Bloomberg observations: lead-lag predictive regressions, Granger causality tests on a bivariate VAR, and a regression of the daily premium/discount on changes in the two-year Treasury yield and the high-yield OAS, with Newey-West inference. ETF returns anticipated NAV returns unidirectionally and without reversal, and rate hikes and spread widening generated transitory discounts. The evidence supports price discovery over liquidity illusion.

Keywords:

fixed-income ETFs; price discovery; high-yield bonds; monetary tightening; premium/discount.

Introducción

Los *exchange-traded funds* (ETFs) de renta fija condensan una tensión estructural del mercado de crédito: una participación que cotiza en bolsa de manera continua y líquida representa una canasta de bonos corporativos que se negocian de forma bilateral, opaca e infrecuente en el mercado *over-the-counter* (OTC). Cuando esa tensión se agudiza, el precio del ETF y su valor liquidativo neto (NAV) pueden divergir, y surge la pregunta que motiva este trabajo: ¿esa divergencia es información o es ruido? Bajo la primera lectura, el ETF descubre el precio del segmento antes de que los bonos individuales se ajusten; bajo la segunda, el envoltorio bursátil ofrece una liquidez ilusoria que se desconecta del valor de sus activos precisamente cuando más se la necesita.

La cuestión se inscribe en la literatura de microestructura de mercado y de gestión de carteras de renta fija. Desde los modelos fundacionales de descomposición de la prima del ETF (Madhavan y Sobczyk, 2016) y la evidencia de fricciones en el arbitraje de los *authorized participants* (Pan y Zeng, 2017), pasando por los tests de predictibilidad entre retornos del ETF y del NAV (Hao, Kim, Sul y Wang, 2019), hasta el examen de los episodios de estrés de marzo de 2020 (Aramonte y Avalos, 2020) y del ciclo de subas de tasas reciente (Karmaziene y Terrada, 2025), la disciplina ha ido acumulando evidencia de que, en condiciones de iliquidez del subyacente, el vehículo cotizado tiende a liderar la formación de precios. La evidencia específica para ciclos de restricción monetaria sostenida es, sin embargo, todavía escasa.

Este trabajo aborda esa vacancia con un recorte espacio-temporal preciso: el mercado estadounidense de bonos corporativos de alto rendimiento, observado a través del HYG, el mayor ETF del segmento a nivel mundial, durante el período enero de 2022 a diciembre de 2023. La ventana enmarca el ciclo de endurecimiento monetario en el que la Reserva Federal elevó su tasa de referencia desde 0,00 %-0,25 % hasta 5,25 %-5,50 %, el más acelerado en cuatro décadas, e incluye la meseta posterior a la última suba de julio de 2023.

La relevancia del problema para las Finanzas es directa. Si el precio del ETF anticipa el valor de los bonos, su prima/descuento constituye un indicador en tiempo casi real del estrés del mercado de crédito, con utilidad para la valuación de carteras, los modelos de gestión de riesgo y el monitoreo de la transmisión de la política monetaria; si, en cambio, lo distorsiona, tomarlo como referencia conduce a decisiones equivocadas justamente en los momentos de mayor tensión. La distinción entre ambas lecturas remite, además, a la hipótesis de mercados eficientes (Fama,

1970) y a la pregunta sobre dónde se incorpora primero la información cuando un mismo activo se negocia en dos mercados (Hasbrouck, 1995).

El aporte del trabajo es doble. En lo empírico, ofrece, hasta donde se conoce, la primera evaluación econométrica específica del HYG durante el ciclo 2022-2023, sobre una muestra diaria de 498 observaciones y mediante tres pruebas complementarias: regresiones *lead-lag* con test de no reversión, causalidad de Granger sobre un VAR bivariado y una regresión de la prima/descuento contra la tasa del Tesoro a dos años y el *spread* OAS del segmento. En lo conceptual, traduce el debate ilusión de liquidez frente a *price discovery* en predicciones contrastables y lo resuelve para el caso analizado: como se anticipa desde ya, la evidencia obtenida resulta consistente, en sus tres frentes, con la función de descubrimiento de precios del ETF.

El trabajo se estructura del siguiente modo. Las secciones 1 a 5 presentan el planteamiento del problema, la justificación, las preguntas, los objetivos y las hipótesis. Las secciones 6 a 8 desarrollan el marco teórico conceptual y referencial y su síntesis. La sección 9 detalla la metodología; la sección 10 expone el análisis de resultados de las tres pruebas econométricas; y la sección 11 presenta las conclusiones finales, junto con las limitaciones del estudio y las líneas futuras de investigación.

1. Planteamiento del problema

El mercado estadounidense de bonos corporativos está estructuralmente segmentado, opera en mercados “over the counter” (OTC), donde la liquidez es discontinua, los precios surgen de negociaciones privadas y por lo tanto la formación de precios es lenta. Los “exchange traded funds” (ETFs) de renta fija entraron en este ecosistema al ofrecer negociación continua en bolsa y por lo tanto, spreads bid/ask reducidos. Esta dualidad genera un descalce estructural de liquidez, el ETF cotiza en tiempo real mientras sus activos subyacentes pueden pasar horas o incluso días sin registrar transacciones (Pan y Zeng, 2017).

Los ETFs de renta fija nacieron en julio de 2002, cuando iShares lanzó los dos primeros ETFs de bonos del mercado estadounidense, aproximadamente nueve años después del lanzamiento del primer ETF de acciones en 1993 (Madhavan, 2016). El envoltorio bursátil resolvió un problema operativo concreto del segmento: hasta ese momento, acceder a una cartera diversificada de bonos corporativos era costoso y difícil de ejecutar fuera del circuito institucional, dado que se requería

negociar bilateralmente cada bono en mercados opacos y poco profundos (BIS, 2015). Posteriormente, en abril de 2007, el modelo se extendió al segmento de alto rendimiento con el lanzamiento del iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond (HYG), donde la fragmentación y la iliquidez del subyacente eran aún más severas (Madhavan y Sobczyk, 2016). Desde entonces, los precios de estos vehículos se consolidaron como referencia de valuación más fiable que la del propio mercado OTC subyacente, en tanto se forman en un mercado bursátil continuo, transparente y sometido a arbitraje en tiempo real, mientras que los precios de los bonos individuales pueden permanecer estáticos durante horas o días por la ausencia de transacciones efectivas (Hao, Kim, Sul y Wang, 2019; Aramonte y Avalos, 2020).

En condiciones normales, los “authorized participants” (APs), instituciones financieras habilitadas para crear y redimir participaciones del ETF contra la canasta de bonos subyacentes, arbitran cualquier desviación entre el precio del ETF y su “valor liquidativo neto” (NAV), manteniendo la paridad entre ambos. La dificultad aparece cuando los APs intentan realizar ese arbitraje y se encuentran con que los bonos subyacentes son ilíquidos, entonces cruzar el spread real del mercado OTC convierte la aparente ganancia de arbitraje en pérdida. Este conflicto entre el rol de los APs como dealers de bonos y como arbitrajistas del ETF lo documentan empíricamente Pan y Zeng (2017), quienes muestran que la tensión entre ambas funciones inhibe la convergencia de precios, sobre todo en el tramo de alto rendimiento.

Cuando el arbitraje se frena, pueden sostenerse desviaciones entre el precio del ETF y el NAV, lo cual abre la discusión central de este trabajo: ¿cuál de los dos precios es el correcto? La idea fue formalizada matemáticamente por Madhavan y Sobczyk (2016), quienes plantean que el NAV puede estar desactualizado cuando los bonos subyacentes son ilíquidos, de modo que el ETF sería el que verdaderamente refleja el valor intrínseco del activo. En ese caso, la desviación no es un error de mercado sino el resultado de un proceso de descubrimiento de precios. Hao, Kim, Sul y Wang (2019) aportaron evidencia econométrica directa: los retornos de ETFs de bonos de alto rendimiento predicen los retornos del NAV de los mismos fondos con hasta dos meses de anticipación, lo que confirma que la información fluye del ETF hacia los bonos y no al revés.

La validez y magnitud de este efecto se ve potencialmente amplificada durante períodos de estrés financiero y política monetaria restrictiva. Durante la crisis de

COVID 19 de marzo de 2020, Aramonte y Avalos (2020) observaron que los ETFs de bonos corporativos registraron descuentos frente a sus NAV muy por encima de los promedios históricos, mientras que la actividad de arbitraje por parte de los APs se paralizó. Esto no fue una falla de los ETFs sino que puso en evidencia que los precios del NAV no reflejaban el mercado real.

El ciclo de endurecimiento monetario 2022 - 2023, en el que la Reserva Federal elevó la tasa de referencia de 0,25% a 5,25% - 5,50% entre marzo de 2022 y julio de 2023, el endurecimiento más rápido en cuatro décadas, ofrece un experimento natural de características únicas. A diferencia del episodio COVID, que fue breve y resuelto mediante intervención masiva del banco central, el ciclo 2022 - 2023 fue sostenido y predecible en su dirección, aunque incierto en cuánto duraría y hasta dónde llegaría, lo que generó condiciones de iliquidez prolongada en el mercado de bonos high yield. En un estudio reciente, Karmazienne y Terrada (2025) analizaron treinta ETFs de renta fija durante el tightening monetario y encontraron que los ETFs se ajustan más rápido que los bonos subyacentes, con el efecto más fuerte en el segmento high yield. Este trabajo contribuye a esa literatura al analizar específicamente el ETF “iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond” (HYG), el mayor fondo de bonos corporativos high yield del mundo, por lo que las condiciones para observar price discovery son de las más favorables.

La idea de ilusión de liquidez, en palabras del Bank for International Settlements (BIS, 2015), sostiene que el ETF ofrece una liquidez que en realidad no existe en el activo subyacente: el inversor puede entrar y salir del ETF con facilidad, pero esa facilidad no refleja la liquidez real de los bonos que lo componen. Cuando el mercado entra en estrés, el mecanismo de arbitraje falla y el NAV deja de actualizarse con precisión, de modo que el precio del ETF puede alejarse de forma engañosa y llevar a valuaciones incorrectas. Bajo esta lectura, el descuento reflejaría ruido de mercado. La idea de descubrimiento de precios, en cambio, sostiene que cuando el mercado OTC es ilíquido y el NAV está desactualizado, es el precio del ETF, formado en un mercado transparente y continuo, el que refleja el valor real del activo. El descuento no sería una anomalía sino la señal de que el NAV sobrevalúa el precio al que esos bonos realmente podrían negociarse. Determinar cuál de las dos posturas explica el comportamiento del HYG durante 2022 - 2023 es la pregunta central de este trabajo.

2. Justificación de la investigación

En el plano académico, los ETFs de renta fija han experimentado un crecimiento exponencial en la última década, y su rol en la formación de precios del mercado de

crédito es un área de investigación activa y creciente. Sin embargo, la evidencia empírica específica para el ciclo de tightening 2022 - 2023 es aún escasa. Buena parte de los estudios previos (Hao, Kim, Sul y Wang, 2019; Haddad, Moreira y Muir, 2021; Madhavan y Sobczyk, 2016) trabajan con períodos que incluyen ciclos de relajamiento monetario o crisis puntuales (2008, 2020), pero no un ciclo de suba prolongada y sostenida como el analizado. Sumar evidencia sobre este período particular contribuye a la literatura sobre el rol de los ETFs en épocas de restricción crediticia. En términos prácticos, determinar si el ETF anticipa o distorsiona el precio tiene consecuencias concretas para gestores de activos, fondos de pensión e inversores institucionales: si el ETF lidera el ajuste de precios, ignorar su señal implica subestimar el riesgo real de una cartera de crédito, si lo distorsiona, tomarlo como referencia de valuación puede llevar a decisiones equivocadas. A nivel teórico, este análisis se nutre de la hipótesis de mercados eficientes (Fama, 1970), si se confirma que el ETF lidera la formación de precios, eso sería evidencia de que el mercado del ETF mejora la eficiencia informacional del mercado de crédito corporativo.

3. Preguntas de investigación

Pregunta principal:

¿En qué medida funcionó el ETF iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond (HYG) como mecanismo de price discovery en el mercado de bonos corporativos de alto rendimiento de Estados Unidos durante el ciclo de endurecimiento monetario 2022-2023?

Preguntas secundarias:

A) ¿En qué magnitud anticiparon los retornos diarios del HYG los retornos del NAV del día siguiente durante el periodo 2022-2023?

B) ¿En qué dirección operó el flujo informativo entre los retornos del ETF y los retornos del NAV durante el período 2022-2023?

C) ¿Cómo afectaron las variaciones en la tasa de interés de referencia y en el spread OAS del segmento high yield al premium/descuento del ETF respecto a su NAV?

4. Objetivo General

Determinar en qué medida el ETF “iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond” (HYG) funcionó como mecanismo de price discovery en el mercado de bonos corporativos de alto rendimiento de Estados Unidos durante el ciclo de endurecimiento monetario 2022 - 2023.

4.1 Objetivos Particulares

1. Estimar la magnitud con la que los retornos diarios del ETF anticiparon los retornos del NAV durante el período 2022-2023.
2. Identificar la dirección del flujo informativo entre los retornos del ETF y los retornos del NAV durante el período 2022-2023.
3. Analizar el efecto de las variaciones en la tasa de interés de referencia (US2Y) y en el spread OAS del segmento high yield sobre el premium/descuento del HYG respecto de su NAV durante el período 2022-2023.

5. Hipótesis principal (H1)

El ETF HYG incorporó información sobre el valor real de los bonos subyacentes en una magnitud estadísticamente significativa antes de que se reflejara en los precios del mercado OTC durante el ciclo de endurecimiento monetario 2022-2023, lo que se evidenciaría en que los retornos del ETF anticiparon los retornos del NAV y en que la causalidad fluyó en sentido ETF hacia NAV y no a la inversa.

5.1 Hipótesis secundaria (H2)

Las desviaciones del precio del ETF respecto a su NAV (premium/descuento) se amplían sistemáticamente con las subas en la tasa de referencia de la Fed (US2Y) y con la ampliación del spread OAS del segmento high yield: ante mayor restricción monetaria y mayor estrés crediticio, el ETF ajusta su precio antes que el NAV, generando descuentos estadísticamente significativos consistentes con descubrimiento de precios y no ilusión de liquidez.

6. Marco teórico conceptual

El recorrido parte de la caracterización del mercado donde se negocian los activos subyacentes (los bonos corporativos), continúa con la definición del vehículo bursátil bajo estudio (los Exchange-Traded Funds y, dentro de ellos, el HYG) y los mecanismos institucionales que mantienen su paridad con la canasta subyacente (los Authorized Participants y el proceso de arbitraje), incorpora el contexto monetario y crediticio bajo el cual se evalúa empíricamente el período 2022-2023, y culmina con la formulación teórica de las dos hipótesis competidoras *price discovery* vs. ilusión de liquidez que el trabajo busca discriminar empíricamente.

6.1 Mercado de bonos corporativos y estructura over-the-counter (OTC)

Para fundamentar un análisis sobre *price discovery* en el mercado de ETFs resulta necesario partir de la caracterización del mercado en el que se negocian sus activos

subyacentes: los bonos corporativos. Un bono es un instrumento de deuda mediante el cual el emisor se compromete contractualmente a abonar al tenedor flujos periódicos de intereses, denominados cupones, y a devolver el capital nominal en una fecha establecida llamada vencimiento (Fabozzi, 2012). Cuando el emisor es una empresa, el instrumento se denomina bono corporativo y constituye, junto con el préstamo bancario y la emisión de acciones, una de las tres formas centrales que tiene una compañía de financiar sus operaciones e inversiones. A diferencia del mercado accionario, donde la negociación se concentra mayoritariamente en bolsas centralizadas con libros de órdenes visibles y precios continuos, los bonos corporativos se negocian de manera over-the-counter (OTC), es decir, en una red descentralizada de dealers donde compradores y vendedores acuerdan precios y cantidades de manera bilateral (Madhavan, 2000; Fabozzi, 2012). En este esquema institucional no existe un único punto de cruce de órdenes ni un libro consolidado en tiempo real: los precios surgen de negociaciones privadas y se difunden con rezago al resto del mercado.

La microestructura de mercado, definida como el estudio de los procesos y resultados del intercambio de activos bajo reglas explícitas de negociación (O'Hara, 1995), reconoce que la organización institucional del mercado afecta directamente la velocidad y la calidad con que la información se incorpora a los precios. En un mercado OTC con dealers como intermediarios, los precios reflejan no solo el valor fundamental de los activos sino también los costos de inventario que asumen los dealers, su poder de mercado relativo y las asimetrías informativas entre las partes (Madhavan, 2000). Esta arquitectura tiene tres consecuencias relevantes para la formación de precios. En primer lugar, la negociación es discontinua: una emisión puede pasar horas o incluso días sin registrar transacciones efectivas. En segundo lugar, la transparencia es limitada, dado que no hay un único centro que difunda en tiempo real los precios a los que se opera. En tercer lugar, la liquidez es fragmentada y depende del inventario que cada dealer esté dispuesto a sostener en su balance, inventario que varía con las condiciones financieras.

6.2 Bonos high yield y liquidez de mercado

El universo de bonos corporativos suele dividirse, a fines analíticos y regulatorios, según la calidad crediticia del emisor evaluada por agencias calificadoras como Standard & Poor's, Moody's y Fitch. Los bonos cuya calificación se ubica en BBB- (S&P y Fitch) o Baa3 (Moody's) o por encima reciben la denominación de *investment*

grade (grado de inversión); aquellos con calificaciones inferiores se denominan *high yield* o *speculative grade* (Fabozzi, 2012).

El mayor riesgo de incumplimiento percibido en el segmento *high yield* se traduce, por simple compensación, en exigencias de rendimiento más elevadas: los inversores demandan un premio adicional sobre el rendimiento de los bonos del Tesoro o de los bonos *investment grade* por asumir la mayor probabilidad de *default*. Esa misma característica de mayor riesgo crediticio se acompaña, en la práctica, de una mayor volatilidad de precios y de una menor liquidez relativa frente a este segmento (Bao, Pan y Wang, 2011).

La liquidez de mercado, en particular, es entendida como la capacidad de transar un activo de manera rápida, en cantidades significativas y a un precio cercano al de transacciones recientes sin moverlo sustancialmente (Amihud, Mendelson y Pedersen, 2005). Una de las métricas más utilizadas para evaluar la liquidez es el *bid-ask spread*, definido como la diferencia entre el precio al que un dealer está dispuesto a vender (*ask*) y el precio al que está dispuesto a comprar (*bid*) un mismo activo. Un *spread* amplio indica que los costos implícitos de transacción son altos: el inversor que entra y sale paga, en promedio, esa diferencia. Un *spread* estrecho, en cambio, señala mayor liquidez. En el segmento *high yield* del mercado OTC, los *bid-ask spreads* tienden a ser sustancialmente más amplios que en el mercado accionario o que en los bonos *investment grade* (Bao, Pan y Wang, 2011), reflejando la combinación de mayor riesgo crediticio, mayor heterogeneidad entre emisiones y menor frecuencia de negociación.

Esta caracterización resulta central para la presente investigación: la pregunta sobre *price discovery* se enmarca precisamente en un segmento donde los costos de transacción son elevados, las transacciones son discontinuas y la formación de precios en el subyacente es lenta. Si el mercado del subyacente fuera líquido, transparente y continuo, no habría espacio teórico para que un instrumento bursátil derivado liderase la formación de precios.

6.3 Exchange-Traded Funds, NAV y premium/descuento

Los Exchange-Traded Funds (ETFs) son fondos de inversión cuyas participaciones cotizan en bolsa de manera continua durante el horario de mercado, como si fueran acciones (Madhavan, 2016). Cada participación de un ETF representa una fracción proporcional del patrimonio de un fondo que, típicamente, replica la composición de un índice de referencia (de acciones, bonos, materias primas u otros activos) o sigue una estrategia de gestión activa.

El primer ETF del mundo se lanzó en 1993 en los Estados Unidos: el Standard & Poor's Depositary Receipts (SPDR, ticker SPY), que replica el índice S&P 500. Recién en julio de 2002 iShares introdujo los dos primeros ETFs de bonos del mercado norteamericano y, en abril de 2007, lanzó el iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond (HYG), que extendió el formato al segmento de bonos corporativos de alto rendimiento (Madhavan, 2016; Madhavan y Sobczyk, 2016).

La operatoria de un ETF combina dos mercados con dinámicas diferentes. En el mercado primario se llevan a cabo las creaciones y redenciones de participaciones, transacciones que se realizan exclusivamente entre el patrocinador del fondo y un grupo reducido de instituciones autorizadas (cuyo rol se desarrolla en la sección 6.4). En el mercado secundario, en cambio, las participaciones ya emitidas se compran y se venden libremente entre inversores en la bolsa, al precio que surge del cruce de órdenes y a los costos de transacción característicos de un mercado bursátil (Madhavan, 2016).

El valor liquidativo neto, conocido como Net Asset Value (NAV), se define como el valor agregado de los activos del fondo, restadas las obligaciones, dividido por la cantidad de participaciones en circulación a esa fecha (Fabozzi, 2012). En la práctica, el NAV se calcula al cierre de cada jornada de negociación a partir de los precios de cierre de cada uno de los bonos que componen la cartera, e indica el valor teórico al que debería cotizar la participación del ETF si los activos subyacentes pudieran transarse simultáneamente a esos precios. En condiciones idealizadas, el precio de mercado del ETF debería coincidir en todo momento con su NAV, dado que ambas cifras representan el mismo paquete de activos. En la práctica, sin embargo, estos dos valores pueden diferir. Cuando el precio de mercado se ubica por encima del NAV, se dice que el ETF cotiza con prima (premium); cuando se ubica por debajo, con descuento (discount).

Pan y Zeng (2017) destacan que estas desviaciones cobran especial relevancia en los ETFs de renta fija, donde la naturaleza ilíquida del subyacente introduce una asimetría estructural: el precio del ETF se forma en un mercado bursátil continuo, mientras que el NAV se computa a partir de precios de bonos individuales que pueden no haber operado en la jornada y, por lo tanto, pueden estar desactualizados.

6.4 Authorized Participants y arbitraje

El funcionamiento del mecanismo que mantiene la paridad entre el precio del ETF y su NAV depende de la actividad de un grupo específico de intermediarios: los Authorized Participants (APs). Se trata de instituciones financieras (típicamente

broker-dealers de gran escala) habilitadas mediante un contrato con el patrocinador del fondo para crear y redimir participaciones del ETF en el mercado primario (Madhavan, 2016). Los APs son los únicos agentes autorizados a operar en este mercado primario; el resto de los inversores opera exclusivamente en el secundario. El mecanismo de creación y redención funciona del siguiente modo: cuando el precio del ETF cotiza con prima respecto del NAV, un AP puede comprar la canasta de bonos subyacentes en el mercado OTC, entregarla al patrocinador del fondo y recibir, a cambio, nuevas participaciones del ETF, que luego venderá en la bolsa al precio de mercado, capturando la diferencia entre el precio de venta y el costo de armado de la canasta. Cuando el ETF cotiza con descuento, el proceso se invierte: el AP compra participaciones del ETF en la bolsa, las redime contra el patrocinador y recibe la canasta de bonos subyacentes, que luego vende en el mercado OTC. En ambos casos, la actividad arbitadora del AP tiende a alinear el precio del ETF con su NAV (Madhavan, 2016; Pan y Zeng, 2017).

El arbitraje, en su definición clásica, consiste en una operación que genera una ganancia cierta sin requerir capital propio ni asumir riesgo alguno. La ley de un solo precio (law of one price), corolario directo de la ausencia de arbitraje, postula que dos activos que generan idénticos flujos futuros deben cotizar al mismo precio en mercados integrados (Cochrane, 2005). En su forma más fuerte, este principio implica que cualquier discrepancia de precios entre activos equivalentes sería instantáneamente eliminada por la actividad arbitadora. En los mercados reales, sin embargo, el arbitraje rara vez opera de manera perfecta. Shleifer y Vishny (1997) introdujeron la noción de *limits to arbitrage* para describir las condiciones bajo las cuales agentes especializados (en este caso en particular, los APs), aún reconociendo desviaciones de precio respecto del valor fundamental, no las corrigen porque enfrentan restricciones de capital, costos de financiamiento, riesgos de horizonte o costos de transacción que vuelven la operación poco rentable o riesgosa. Pan y Zeng (2017) aplican este marco al caso específico de los ETFs de renta fija: cuando los bonos subyacentes se vuelven ilíquidos, el AP que intenta arbitrar una desviación enfrenta el riesgo de no poder cerrar la posición en el OTC al precio observado en pantalla, lo que erosiona la rentabilidad esperada del arbitraje y, en el límite, lo elimina.

6.5 Política monetaria, condiciones financieras y spread OAS

Dado que el período bajo estudio está basado en un ciclo de endurecimiento monetario sostenido, resulta necesario incorporar al marco conceptual el conjunto de

instrumentos y métricas a partir de los cuales se caracteriza dicho ciclo y su transmisión al mercado de crédito corporativo *high yield*. En particular, la política monetaria es el conjunto de decisiones e instrumentos por los cuales un banco central afecta las condiciones financieras de una economía con el objetivo de cumplir su mandato, que típicamente incluye estabilidad de precios y, en el caso de la Reserva Federal de los Estados Unidos, también el máximo empleo sostenible (Mishkin, 2019).

El instrumento operativo central de la Reserva Federal es la *federal funds rate*, una tasa de interés de corto plazo que el banco central conduce mediante la administración de la liquidez del sistema bancario. Movimientos sostenidos en esta tasa transmiten señales a toda la curva de rendimientos y, por esa vía, afectan el costo de financiamiento de los emisores corporativos, los rendimientos exigidos a los bonos en circulación y, en consecuencia, sus precios. Un ciclo de endurecimiento monetario (*monetary tightening*) consiste en una secuencia de subas sucesivas de la tasa de referencia orientadas a moderar la demanda agregada y a contener la inflación. El ciclo iniciado en marzo de 2022, en el que la Reserva Federal elevó la *federal funds rate* desde un rango de 0,00 % – 0,25 % hasta 5,25 % – 5,50 % en julio de 2023, constituyó el endurecimiento monetario más acelerado observado en cuatro décadas (Karmaziene y Terrada, 2025).

Ahora bien, la transmisión de la política monetaria a los precios de los bonos corporativos no opera directamente desde la *federal funds rate* sino a través de la curva de rendimientos del Tesoro estadounidense, en tanto los emisores corporativos se financian a plazos que exceden el horizonte *overnight* del instrumento operativo de la Fed (Mishkin, 2019). Dentro de esa curva, el rendimiento del Treasury a dos años (US2Y) sintetiza las expectativas de mercado sobre la trayectoria futura de la *federal funds rate* en un horizonte de mediano plazo, coherente con la duración promedio del segmento *high yield*, razón por la cual el presente trabajo adopta la US2Y como variable empírica del ciclo de endurecimiento monetario.

Una métrica que captura con particular nitidez el estrés crediticio del segmento *high yield* bajo este tipo de ciclos es el option-adjusted spread (OAS). El OAS se define como el *spread* de rendimiento que iguala el valor presente de los flujos esperados del bono con su precio observado, una vez ajustados los flujos por las opciones implícitas en el instrumento (típicamente la opción de rescate anticipado por parte del emisor) (Fabozzi, 2012). Para un índice de bonos *high yield*, el OAS funciona como termómetro de aversión al riesgo del segmento: aumenta cuando los inversores demandan mayor compensación por asumir riesgo crediticio (típicamente en

períodos de deterioro de las expectativas o de tensión financiera) y se comprime cuando las condiciones financieras se relajan. La interacción entre las subas en la tasa de referencia y la ampliación del spread OAS define el escenario bajo el cual se evaluará empíricamente el comportamiento del HYG: condiciones de iliquidez prolongada en el subyacente, mayor presión sobre los APs y mayor potencial para que aparezcan desviaciones persistentes entre el precio del ETF y su NAV.

6.6 Hipótesis de Mercados Eficientes, price discovery e ilusión de liquidez

La pregunta sobre el rol del HYG como mecanismo de descubrimiento de precios o como vehículo generador de ilusión de liquidez se inscribe en una tradición teórica más amplia, cuyo punto de partida es la Hipótesis de Mercados Eficientes.

La Hipótesis de Mercados Eficientes (Efficient Market Hypothesis), formulada por Fama (1970), sostiene que en un mercado eficiente los precios de los activos reflejan plenamente toda la información disponible. Fama distinguió tres formas de eficiencia según el conjunto informativo considerado: la eficiencia débil, en la cual los precios incorporan toda la información contenida en la historia pasada de precios; la eficiencia semi-fuerte, en la cual los precios incorporan, además, toda la información públicamente disponible; y la eficiencia fuerte, en la cual los precios incorporan toda la información, pública y privada. Bajo esta hipótesis, una nueva información se refleja inmediatamente en los precios, de modo que ningún inversor puede obtener rendimientos ajustados por riesgo de manera sistemática a partir del análisis de información ya conocida.

El concepto de *price discovery* (descubrimiento de precios) se inscribe en este marco general pero opera en un nivel de análisis más específico: se refiere al proceso por el cual la información se incorpora a los precios y, en particular, al lugar (o mercado) en que esa incorporación se produce primero (Hasbrouck, 1995). Cuando un mismo activo (o un activo y un derivado estrechamente vinculado) se negocia en múltiples mercados, surge la pregunta empírica sobre cuál de ellos lidera la formación de precios y cuáles ajustan con cierto rezago.

En el contexto específico de los ETFs de renta fija, la pregunta sobre *price discovery* cobra una forma particular: ¿incorpora primero el precio del ETF la información sobre el valor fundamental de los bonos subyacentes, o lo hace el NAV? Si el ETF lidera, la implicancia teórica es que el envoltorio bursátil mejora la eficiencia informacional de un mercado tradicionalmente lento como el OTC de bonos corporativos,

agregando precio en tiempo real a un segmento donde la formación de precios del subyacente es discontinua (Hao et al., 2019; Aramonte y Avalos, 2020).

La idea de ilusión de liquidez (liquidity illusion) plantea, frente a esta lectura, una posición teórica opuesta. Según el Bank for International Settlements (BIS, 2015), los ETFs ofrecen a sus inversores una liquidez aparente que excede la liquidez efectiva de los activos subyacentes. En condiciones normales esta diferencia no es problemática y se sostiene por la actividad arbitradora de los APs; en momentos de estrés financiero, sin embargo, el mecanismo de arbitraje puede tornarse costoso o inviable, y el precio del ETF puede alejarse del valor fundamental de los bonos sin que las desviaciones sean corregidas. Bajo esta lectura, un descuento del ETF respecto del NAV no constituiría evidencia de *price discovery* sino una distorsión transitoria.

Las dos lecturas conducen a predicciones empíricas opuestas. Si la lectura de *price discovery* es correcta, los retornos del HYG anticiparán los retornos del NAV, la causalidad fluirá en sentido ETF $\rightarrow$ NAV y los descuentos del ETF respecto del NAV en períodos de *tightening* monetario serán consistentes con la incorporación temprana de información negativa en el precio del ETF, antes de que los bonos individuales se ajusten en el OTC. Si, en cambio, la lectura de ilusión de liquidez es correcta, las desviaciones se observarán de manera persistente sin que signifique un proceso de transmisión informativa coherente del ETF al NAV, e incluso la causalidad podría fluir en sentido inverso.

7. Marco teórico referencial

El presente marco referencial revisa la evidencia empírica acumulada sobre el rol de los ETFs de renta fija como mecanismo de descubrimiento de precios. La revisión avanza cronológicamente.

7.1 Primeros descubrimientos de price discovery en la literatura

Madhavan y Sobczyk (2016) proponen un modelo que descompone el premium del ETF en tres componentes diferenciados: un componente de *price discovery* rezagado, un componente de ruido en el cómputo del NAV y un componente de liquidez transitoria. Estimando el modelo individualmente para 947 ETFs estadounidenses durante el período 2005-2014. Los autores encuentran que la eficiencia de precios varía significativamente entre fondos. Particularmente relevante para el presente trabajo, los autores ilustran el caso del propio iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond (HYG) durante la crisis financiera de 2008 y el período

2007-2013, mostrando cómo descuentos respecto del NAV reflejaban en realidad price discovery cuando la canasta subyacente se tornaba extremadamente ilíquida.

Hao et al. (2019) avanzan con un enfoque metodológicamente directo: tests de lead-lag entre los retornos del ETF y los retornos del NAV. Trabajando con un panel amplio de ETFs de bonos del mercado estadounidense, encuentran que los retornos diarios y mensuales del ETF predicen los retornos del NAV hasta dos meses adelante en el segmento de high yield, sin reversión posterior. La ausencia de reversión es central para la interpretación: si el ETF estuviera incorporando ruido en lugar de información, la predictibilidad debería revertirse en horizontes posteriores. Los autores muestran, además, que la predictibilidad es más fuerte para los ETFs con mayor desviación de precio respecto del NAV, durante períodos de recesión económica y para bonos individuales menos líquidos, e identifican a la liquidez del subyacente como factor determinante: cuando los bonos no se transan, el *price discovery* se desplaza al ETF.

7.2 La evidencia bajo estrés sistémico: el episodio de COVID-19

La crisis de COVID-19 de marzo de 2020 otorgó el escenario de estrés más extremo para evaluar el comportamiento de los ETFs de bonos corporativos. Aramonte y Avalos (2020), en el BIS Bulletin No 6, documentan los descuentos pronunciados que se abrieron en los ETFs de bonos corporativos estadounidenses durante la primera quincena de marzo de 2020, tanto en el segmento *investment grade* como en *high yield*. El análisis de la dinámica precio-NAV muestra que la información fluye desde los precios del ETF hacia los NAVs y no a la inversa, y que los NAVs incorporan información cada vez más lentamente a medida que la volatilidad de mercado aumenta. Los autores concluyen que los precios de los ETFs constituyen un mejor mecanismo de monitoreo y de modelos de gestión de riesgo que los *benchmarks* de bonos individuales, particularmente en períodos de estrés.

Si el episodio COVID ofrecía un escenario de estrés extremo pero breve y resuelto mediante intervención masiva del banco central, el ciclo de endurecimiento monetario 2022-2023 plantea condiciones distintas: *tightening* sostenido, predecible en su dirección pero incierto en su duración y magnitud, con iliquidez prolongada del subyacente.

7.3 La frontera reciente: el ciclo de endurecimiento monetario 2022-2023

El antecedente más cercano al presente trabajo lo constituye Karmaziene y Terrada (2025). Los autores examinan un panel diario de treinta ETFs de bonos corporativos estadounidenses (todos emitidos por BlackRock, lo que asegura homogeneidad en

metodologías de cálculo del NAV y estructura de APs) durante el ciclo de *tightening* que se extiende entre enero de 2021 y julio de 2023. Su metodología consiste en regresiones de la prima/descuento del ETF sobre variaciones diarias en la tasa del Treasury bill a tres meses (DTB3), incorporando como prueba de robustez el componente exógeno de las sorpresas de política monetaria identificado por Bauer y Swanson (2023). El hallazgo central es que las subas de tasas amplían sistemáticamente los descuentos del ETF, pero solo en el segmento high yield, donde la liquidez del subyacente es menor. Los autores interpretan los resultados como evidencia de que los ETFs proveen *price discovery* eficiente, y proponen su monitoreo como indicador adelantado de la transmisión monetaria al mercado de crédito.

8. Síntesis del marco teórico

La literatura permite consolidar tres hechos sobre el comportamiento de los ETFs de renta fija en su interacción con los bonos subyacentes. En primer lugar, en promedio y especialmente en condiciones de iliquidez del subyacente, el precio del ETF lidera la incorporación informativa respecto del NAV (Madhavan y Sobczyk, 2016; Hao, Kim, Sul y Wang, 2019; Aramonte y Avalos, 2020; Karmaziene y Terrada, 2025). En segundo lugar, las fricciones que enfrentan los APs en su doble rol de arbitrades y dealers, y los descortes severos de liquidez entre el ETF y el subyacente, pueden suspender el mecanismo de arbitraje y dar lugar a dislocaciones persistentes (Pan y Zeng, 2017). En tercer lugar, el segmento *high yield* exhibe consistentemente los efectos más pronunciados, dada la combinación de mayor riesgo crediticio, mayor heterogeneidad entre emisiones y menor frecuencia de transacción del subyacente.

Sobre este cuerpo de evidencia, el presente trabajo se concentra en un único ETF de renta fija high yield, el HYG, en lugar de un panel más amplio de fondos. Esta estrategia, permite explotar la riqueza de la serie diaria y constituye, hasta donde se conoce, la primera evaluación específica del HYG durante el ciclo 2022-2023, considerando que se trata del mayor ETF de bonos corporativos *high yield* del mundo y, por su tamaño y representatividad, ofrece las condiciones más favorables para observar *price discovery*.

9. Metodología

Esta sección describe el diseño metodológico mediante el cual se produce la evidencia empírica necesaria para responder las preguntas de investigación y contrastar las hipótesis formuladas.

La correspondencia entre objetivos, hipótesis y pruebas es la siguiente. El Objetivo 1, estimar la magnitud con que los retornos diarios del ETF anticiparon los del NAV, se aborda con la Prueba 1 (relación *lead-lag*). El Objetivo 2, identificar la dirección del flujo informativo, se aborda con la Prueba 2 (causalidad de Granger): mientras la Prueba 1 mide cuánto anticipa, la Prueba 2 confirma hacia dónde va la causa. El Objetivo 3, analizar el efecto de la tasa de referencia y del *spread* OAS sobre la prima/descuento, se aborda con la Prueba 3 (regresión múltiple). La hipótesis principal (H1) se contrasta de manera conjunta con las Pruebas 1 y 2, que evalúan respectivamente la magnitud y la dirección de la anticipación del precio del ETF sobre el NAV; la hipótesis secundaria (H2) se contrasta con la Prueba 3. De este modo se preserva la consistencia interna exigida entre marco teórico, objetivos y metodología.

9.1 Enfoque y tipo de investigación

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, de carácter no experimental y diseño longitudinal de series de tiempo. Es no experimental porque no se manipulan las variables ni se asignan tratamientos: el fenómeno de interés, la formación de precios del ETF y de su valor liquidativo, se observa tal como ocurre en el mercado, a partir de registros de cotización ya producidos. Es longitudinal porque se analiza la evolución diaria de las variables a lo largo de un período definido. Dentro de la clasificación de Sautu (2010), el trabajo corresponde al método de análisis cuantitativo de datos secundarios (estadística), apoyado en la técnica de recopilación de datos existentes provenientes de terminales financieras y fuentes oficiales.

La elección de un enfoque cuantitativo se desprende directamente de la naturaleza de los objetivos. Las preguntas de investigación no indagan significados o interpretaciones, sino magnitudes, signos y direcciones de relaciones entre variables financieras observables (retornos, primas, tasas y *spreads*), así como su significatividad estadística. Estas cuestiones solo pueden responderse mediante la estimación econométrica de relaciones sobre series de datos, lo que define el alcance del estudio como correlacional-explicativo (Hernández Sampieri, 2014), con la pretensión de identificar precedencia temporal en la formación de precios.

9.2 Diseño y unidad de análisis

La unidad de análisis es el ETF *iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond* (HYG). A diferencia de los antecedentes que trabajan con paneles amplios de fondos, donde Madhavan y Sobczyk (2016) estiman su modelo para 947 ETFs y Karmaziene y Terrada (2025) emplean un panel de treinta fondos, el presente trabajo concentra el análisis en un único fondo. Esta decisión, ya anticipada en la síntesis del marco

teórico (sección 8), responde a dos motivos. En primer lugar, permite explotar la riqueza de la serie diaria de un mismo instrumento sin contaminar la inferencia con la heterogeneidad entre fondos (distintas duraciones, índices de referencia, redes de creación y redención). En segundo lugar, el HYG es el mayor ETF de bonos corporativos de alto rendimiento del mundo y, por su tamaño, profundidad de negociación y representatividad, ofrece las condiciones más favorables para observar el fenómeno de *price discovery*.

La consecuencia metodológica de este diseño es que la estrategia de estimación es de series de tiempo y no de panel: en lugar de efectos fijos por fondo, la inferencia se sostiene sobre estimadores de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con errores estándar robustos a heterocedasticidad y autocorrelación (Newey y West, 1987), apropiados para datos financieros diarios.

9.3 Fuentes de datos, período y muestra

Los datos provienen principalmente de *Bloomberg Terminal*, complementada con FRED (*Federal Reserve Bank of St. Louis*) y datos de la Reserva Federal. Se utilizan las siguientes series diarias: el precio de cierre del HYG (campo PX_LAST sobre el identificador HYG US Equity); el valor liquidativo neto del fondo (campo FUND_NET_ASSET_VAL); el rendimiento del bono del Tesoro estadounidense a dos años (US2Y, identificador USGG2YR Index); el *option-adjusted spread* del segmento de alto rendimiento; y el índice de volatilidad implícita VIX.

Respecto del *spread* de crédito, el conjunto de datos disponible contiene el OAS del índice *Bloomberg US Corporate High Yield* (identificador LF98OAS). Dado que el HYG replica el índice *Markit iBoxx USD Liquid High Yield*, para una correspondencia exacta con el *benchmark* del fondo podría emplearse el OAS de este último; ambas medidas, sin embargo, capturan el mismo fenómeno, la prima de riesgo crediticio del segmento *high yield*, y exhiben una correlación muy elevada, por lo que el OAS de Bloomberg constituye una *proxy* estándar y válida del estrés crediticio del segmento.

El período de análisis abarca de enero de 2022 a diciembre de 2023. Esta ventana enmarca el ciclo de endurecimiento monetario bajo estudio: comienza inmediatamente antes de la primera suba de tasas (marzo de 2022), cubre la totalidad del proceso de alzas hasta alcanzar la tasa terminal (julio de 2023) e incluye la meseta posterior durante el resto de 2023. La frecuencia es diaria y la muestra final alineada comprende 498 observaciones, correspondientes a las jornadas de negociación comunes a todas las series dentro del período mencionado.

La validez de los datos se sustenta en su procedencia: se trata de información de mercado auditada y de uso profesional (Bloomberg) y de series oficiales (FRED, Reserva Federal), lo que asegura su confiabilidad, trazabilidad y replicabilidad.

9.4 Definición operativa de las variables

El Cuadro 9.1 resume la definición operativa de cada variable, su fuente y su rol en el análisis. Para los precios del ETF y del NAV se utilizan retornos logarítmicos diarios, por su aditividad temporal, su mejor comportamiento distribucional y su uso estándar en la literatura. Para la tasa, el *spread* y el VIX se utilizan primeras diferencias diarias, que aíslan la variación o shock de cada jornada y producen series estacionarias aptas para la estimación.

Variable	Símbolo	Definición operativa	Fuente	Rol
Retorno log. del ETF	$r_{ETF,t}$	$r_{ETF,t} = \ln(P_t / P_{t-1})$	Bloomberg	Explicativa
Retorno log. del NAV	$r_{NAV,t}$	$r_{NAV,t} = \ln(NAV_t / NAV_{t-1})$	Bloomberg	Dependiente
Prima / descuento	D_t	$D_t = (P_t / NAV_t) - 1$	Bloomberg	Dependiente
Var. tasa Tesoro 2 años (p.p.)	$\Delta US2Y_t$	$\Delta US2Y_t = US2Y_t - US2Y_{t-1}$	Bloomberg / FRED	Explicativa
Var. spread OAS high yield (p.p.)	ΔOAS_t	$\Delta OAS_t = OAS_t - OAS_{t-1}$	Bloomberg	Explicativa
Var. índice VIX (puntos)	ΔVIX_t	$\Delta VIX_t = VIX_t - VIX_{t-1}$	Bloomberg / CBOE	Control

Cuadro 9.1. Definición operativa de las variables. Elaboración propia. P_t denota el precio de cierre del HYG y NAV_t su valor liquidativo neto; p.p. indica puntos porcentuales.

9.5 Tratamiento previo de los datos y pruebas de estacionariedad

Una vez construidas las variables, las series se alinean por fecha mediante la intersección de las jornadas de negociación comunes a todas ellas; no se interpolan datos en jornadas no operadas. Antes de cualquier estimación se verifica la estacionariedad de todas las series mediante el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF; Dickey y Fuller, 1979). Este paso es indispensable: la regresión de series no estacionarias puede arrojar relaciones espurias y, en el caso de la causalidad de Granger, invalida la inferencia. El número de rezagos del ADF se selecciona por el criterio de información de Akaike y se incluyen los términos determinísticos pertinentes (constante; constante y tendencia cuando corresponda).

Se anticipa que los niveles del precio del ETF y del NAV presenten raíz unitaria (no estacionariedad), mientras que sus retornos logarítmicos, así como las primeras

diferencias de la tasa, el *spread* y el VIX, resulten estacionarios. La prima/descuento D_t se espera estacionaria, por su naturaleza acotada y de reversión a la media. Si alguna serie no rechazara la hipótesis de raíz unitaria, será diferenciada antes de su uso.

9.6 Estrategia de análisis econométrico

El análisis se estructura en tres pruebas complementarias. Las Pruebas 1 y 2 examinan la relación dinámica entre los retornos del ETF y del NAV, magnitud y dirección de la anticipación respectivamente, y conforman el contraste de H1. La Prueba 3 vincula la prima/descuento con la política monetaria y el estrés crediticio, y constituye el contraste de H2. En todas las regresiones de series de tiempo los errores estándar se corrigen por heterocedasticidad y autocorrelación mediante el procedimiento de Newey y West (1987).

9.6.1 Prueba 1. Relación lead-lag y predictibilidad (price discovery)

Esta prueba responde al Objetivo 1 y aporta la primera mitad del contraste de H1. Se basa en una regresión predictiva de MCO en la que el retorno del NAV del día siguiente se explica por el retorno del ETF del día corriente:

$$r_{NAV,t+1} = \alpha + \beta r_{ETF,t} + \varepsilon_{t+1} \quad (9.1)$$

Se espera un coeficiente β positivo y estadísticamente significativo: un retorno del ETF en t que predice el retorno del NAV en $t+1$ indica que la información se incorpora primero al precio del ETF y solo después al valor liquidativo. Se reportan el coeficiente β , su estadístico t , el p -valor y el R^2 del modelo. Como contraste de especularidad se estima además la regresión inversa, en la que el retorno del ETF del día siguiente se explica por el retorno del NAV del día corriente; bajo H1 no se espera capacidad predictiva alguna en esa dirección.

Como prueba de robustez se estima, siguiendo a Hao et al. (2019), una especificación de rezagos distribuidos que regresa el retorno del NAV sobre los retornos contemporáneo y rezagados del ETF, controlando por los propios rezagos del NAV, debido a que el NAV de un fondo de bonos está mecánicamente autocorrelacionado por el problema del *stale NAV*: como muchos bonos no operan en la jornada, conservan su precio viejo, y eso "suaviza" artificialmente los retornos medidos sobre el NAV, generando persistencia. Si no se controla por esa inercia propia, se podría atribuirle al ETF algo que en realidad es el NAV arrastrándose a sí mismo:

$$r_{NAV,t} = \alpha + \sum_{k=0}^K \beta_k r_{ETF,t-k} + \sum_{j=1}^J \gamma_j r_{NAV,t-j} + \varepsilon_t \quad (9.2)$$

con $K = J = 10$ rezagos. Esta especificación permite dos verificaciones. La primera es la significatividad conjunta de los retornos rezagados del ETF (predictibilidad). La segunda, y decisiva, es la ausencia de reversión posterior: si el ETF incorporara ruido en lugar de información, la predictibilidad debería revertirse en horizontes más largos. El criterio de no reversión, es decir, coeficientes acumulados positivos y sin cambio de signo, es precisamente lo que distingue el genuino descubrimiento de precios de una distorsión transitoria (Hao et al., 2019; Madhavan y Sobczyk, 2016). La eventual autocorrelación mecánica derivada de un NAV desactualizado se atenúa con los errores Newey-West y con el propio test de reversión.

9.6.2 Prueba 2. Causalidad de Granger (dirección del flujo informativo)

Esta prueba responde al Objetivo 2 y completa el contraste de H1. Sobre las dos series de retornos estacionarios se estima un vector autorregresivo (VAR) bivariado de orden p :

$$r_{NAV,t} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p a_i r_{NAV,t-i} + \sum_{i=1}^p b_i r_{ETF,t-i} + u_{1,t} \quad (9.3)$$

$$r_{ETF,t} = \alpha_2 + \sum_{i=1}^p c_i r_{NAV,t-i} + \sum_{i=1}^p d_i r_{ETF,t-i} + u_{2,t} \quad (9.4)$$

Se contrastan dos hipótesis nulas mediante tests de Wald/F: (i) los retornos del ETF no causan en sentido de Granger a los retornos del NAV (todos los $b_i = 0$); y (ii) los retornos del NAV no causan en sentido de Granger a los del ETF (todos los $c_i = 0$). El orden de rezagos p se selecciona por el criterio de información de Akaike (AIC), evaluando la robustez con el criterio de Schwarz (BIC), considerando hasta diez rezagos. Se espera rechazar la nula en la dirección ETF hacia NAV y no rechazarla en la dirección NAV hacia ETF, lo que evidenciaría un flujo informativo unidireccional consistente con H1.

Cabe precisar que la causalidad de Granger (Granger, 1969) denota precedencia predictiva y no causalidad estructural; por ello sus resultados se interpretan de manera conjunta con la Prueba 1.

9.6.3 Prueba 3. Determinantes de la prima/descuento: política monetaria y estrés crediticio

Esta prueba responde al Objetivo 3 y constituye el contraste de H2. Adaptando al diseño de serie temporal de un único fondo la estrategia de panel de Karmaziene y Terrada (2025), se estima por MCO una regresión múltiple de la prima/descuento diaria sobre la variación de la tasa de referencia y del *spread* de crédito, controlando por la variación del VIX:

$$D_t = \alpha + \beta_1 \Delta US2Y_t + \beta_2 \Delta OAS_t + \beta_3 \Delta VIX_t + \varepsilon_t \quad (9.5)$$

El VIX se incorpora como control para absorber el sentimiento de riesgo general del mercado y aislar así el efecto específico de la política monetaria y del estrés crediticio (en línea con Pan y Zeng, 2017, y Karmaziene y Terrada, 2025). La predicción de H2 es que $\beta_1 < 0$ y $\beta_2 < 0$: ante una suba de la tasa ($\Delta US2Y > 0$) o una ampliación del *spread* ($\Delta OAS > 0$), el precio del ETF se ajusta a la baja con mayor celeridad que el NAV, generando descuentos ($D_t < 0$). Coeficientes negativos y significativos serían consistentes con descubrimiento de precios y no con ilusión de liquidez. La inferencia emplea errores estándar Newey-West.

Sobre la elección del proxy de política monetaria, este trabajo adopta el rendimiento del Tesoro a dos años (US2Y) en lugar de la letra a tres meses (DTB3) utilizada por Karmaziene y Terrada (2025), porque el tramo de dos años sintetiza las expectativas sobre la trayectoria de la tasa de referencia en un horizonte de mediano plazo coherente con la duración promedio del segmento *high yield*, según se fundamentó en la sección 6.5.

9.7 Software, validación y reproducibilidad

El procesamiento de datos y la estimación se realizan en *Python*. Se emplean las bibliotecas *pandas* y *numpy* para la construcción y alineación de las series; *statsmodels* para el test ADF, las regresiones MCO con errores Newey-West, los tests de causalidad de Granger y la estimación del VAR; y *matplotlib* para los gráficos. Todas las cifras reportadas en el capítulo de resultados surgen de ese procesamiento y son replicables a partir de las series y definiciones del Cuadro 9.1.

9.8 Supuestos de identificación y alcances del diseño

Conviene explicitar los supuestos sobre los que descansa la estrategia. Primero, la validez externa está acotada por el diseño de un único fondo: los resultados describen el comportamiento del HYG y no son automáticamente extrapolables a

ETFs de grado de inversión o a fondos *high yield* de menor tamaño; esta limitación se compensa parcialmente por la condición del HYG como mayor y más representativo fondo del segmento. Segundo, la causalidad de Granger expresa precedencia temporal y no causalidad estructural. Tercero, el *spread* de crédito se aproxima con el OAS del índice Bloomberg US Corporate High Yield, altamente correlacionado con el OAS del índice de referencia del fondo. Las limitaciones de mayor alcance, así como las líneas de investigación futura, se desarrollan en el capítulo de conclusiones.

10. Análisis de resultados

Este capítulo presenta la evidencia empírica producida con el diseño metodológico del capítulo anterior. La exposición sigue el orden de las pruebas: primero se caracteriza el comportamiento de las series durante el ciclo de endurecimiento monetario (sección 10.1) y se verifica la estacionariedad requerida para la estimación (sección 10.2); luego se presentan los resultados de la Prueba 1 (sección 10.3), de la Prueba 2 (sección 10.4) y de la Prueba 3 (sección 10.5). La sección 10.6 sintetiza el contraste de las hipótesis y pone los hallazgos en diálogo con la literatura revisada en el marco referencial.

10.1 El ciclo de endurecimiento monetario en los datos

Los datos reflejan con claridad la magnitud del ciclo bajo estudio. Entre la primera y la última jornada de la muestra, el rendimiento del Tesoro estadounidense a dos años pasó de 0,77% a 4,25%, con un máximo de 5,22% el 18 de octubre de 2023. El *spread* OAS del segmento *high yield* abrió el período en 2,78 puntos porcentuales, alcanzó un máximo de 5,83 puntos porcentuales el 5 de julio de 2022 y cerró 2023 en 3,23. En ese contexto, el precio del HYG cayó de 86,97 a 77,39 dólares por participación, una baja de precio de 11,0% sin computar cupones, mientras que su NAV descendió de 86,75 a 77,55. La Figura 10.1 muestra la evolución conjunta de ambas series: a simple vista se mueven prácticamente superpuestas, lo que confirma que las desviaciones relevantes entre precio y NAV son de corto plazo y de magnitud acotada, y que su estudio exige el instrumental econométrico definido en el capítulo 9.

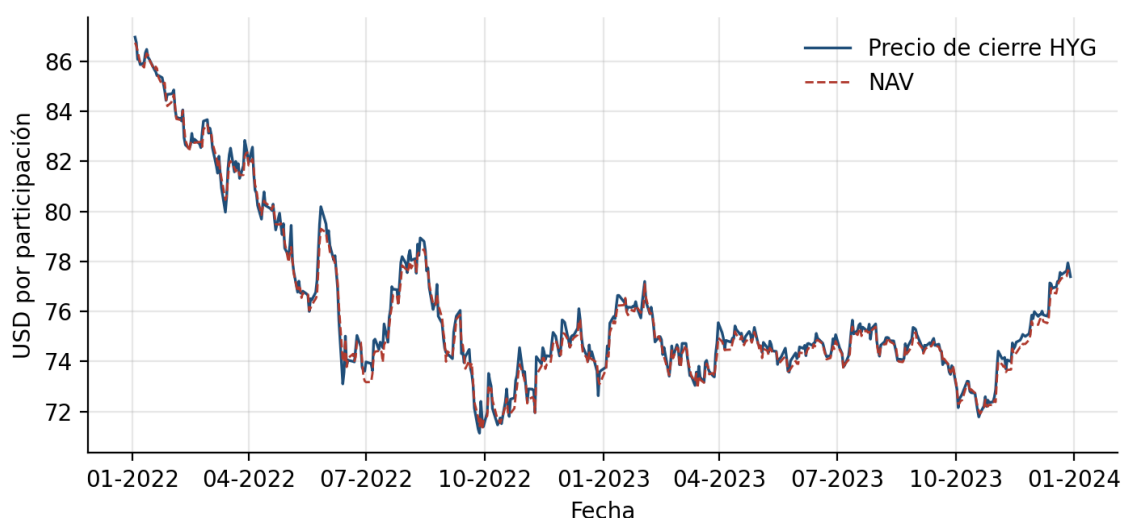


Figura 10.1. Precio de cierre del HYG y valor liquidativo neto (NAV), enero de 2022 a diciembre de 2023, en dólares por participación. Fuente: elaboración propia basada en datos de Bloomberg.

El Cuadro 10.1 resume los estadísticos descriptivos de las variables del análisis. Durante la ventana de endurecimiento monetario, tanto el retorno del ETF como el del NAV exhibieron una media diaria levemente negativa, del orden de $-0,023\%$ diario en ambos casos, coherente con la caída de precios de la renta fija de alto rendimiento a medida que la Reserva Federal elevaba la tasa de política monetaria. La diferencia más relevante se observa en la dispersión: el retorno del ETF fue sensiblemente más volátil que el del NAV (desvío estándar de $0,66\%$ frente a $0,50\%$ diario), lo que constituye una primera señal descriptiva de que el precio de mercado del fondo reaccionó con mayor amplitud que su valor liquidativo. Como muestran Madhavan y Sobczyk (2016), este exceso de volatilidad es exactamente lo que se espera cuando el NAV incorpora la información con rezago, dado que un valor liquidativo desactualizado suaviza artificialmente los retornos medidos sobre él. Segundo, la correlación contemporánea entre ambos retornos es de $0,835$, elevada pero claramente inferior a uno: precio y NAV responden a los mismos fundamentos, pero no al mismo tiempo.

Variable	Media	Desvío estándar	Mínimo	Mediana	Máximo
Retorno log. del ETF (%)	-0,024	0,658	-3,402	-0,043	3,066
Retorno log. del NAV (%)	-0,023	0,495	-2,968	-0,016	2,075
Prima/descuento D (%)	0,181	0,333	-1,220	0,172	1,182

Δ US2Y (p.p.)	0,007	0,090	-0,610	0,015	0,291
Δ OAS (p.p.)	0,001	0,108	-0,430	0,000	0,440
Δ VIX (puntos)	-0,010	1,433	-3,830	-0,155	6,500

Cuadro 10.1. Estadística descriptiva de las variables del análisis, 498 observaciones diarias (enero de 2022 a diciembre de 2023). Retornos y prima/descuento en porcentaje; Δ US2Y y Δ OAS en puntos porcentuales; Δ VIX en puntos del índice. Elaboración propia basada en datos de Bloomberg.

La prima/descuento promedió +18,1 puntos básicos, con un desvío estándar de 33,3 puntos básicos. Los extremos de la serie coinciden con los momentos de mayor tensión informativa del ciclo. El descuento máximo, de 122 puntos básicos, se registró el 13 de junio de 2022, jornada inmediatamente posterior a la publicación de un dato de inflación de mayo por encima de lo esperado y previa a la primera suba de 75 puntos básicos del ciclo; la prima máxima, de 118 puntos básicos, se observó el 30 de noviembre de 2022, cuando señales de moderación en el ritmo de subas impulsaron una fuerte recuperación del crédito. La Figura 10.2 presenta la serie completa junto con la tasa US2Y: los descuentos se concentran en los tramos de aceleración del endurecimiento (primer semestre de 2022 y, en menor medida, el tramo agosto-octubre de 2023), mientras que las primas dominan en las pausas y en los episodios de expectativas de relajación. Esta asociación visual entre la trayectoria de la tasa y el signo de la desviación es, precisamente, la relación que la Prueba 3 somete a contraste formal.

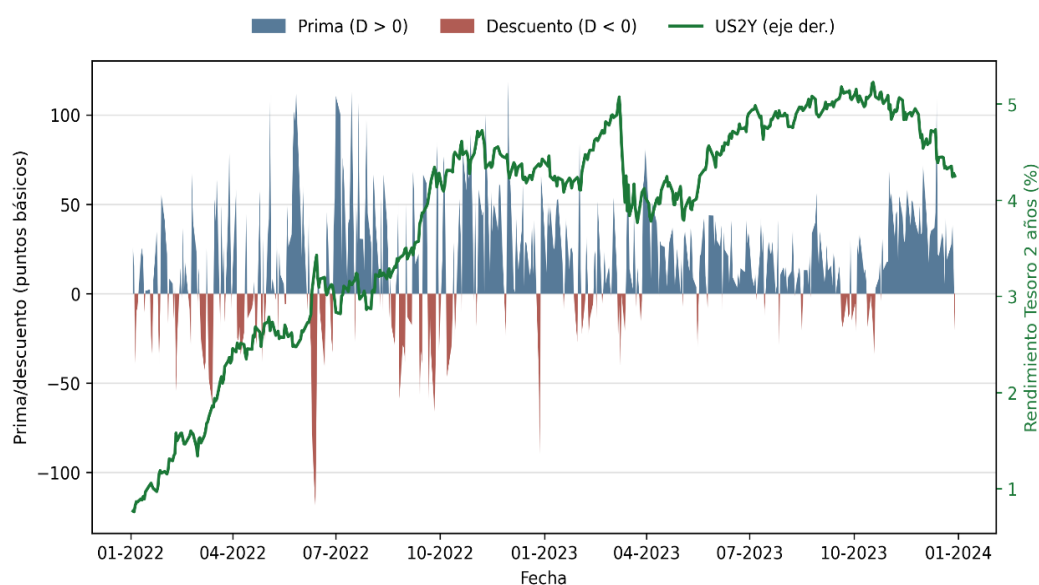


Figura 10.2. Prima/descuento diaria del HYG (eje izquierdo, en puntos básicos) y rendimiento del Tesoro a dos años (eje derecho, en porcentaje), 2022-2023. Fuente: elaboración propia basada en datos de Bloomberg.

10.2 Estacionariedad de las series

El Cuadro 10.2 reporta los resultados del test de Dickey-Fuller aumentado. Tal como se anticipó en la sección 9.5, los niveles del precio del ETF, del NAV, de la tasa US2Y y del *spread* OAS no rechazan la hipótesis de raíz unitaria, por lo que su uso directo en regresiones produciría relaciones espurias. El VIX en nivel sí rechaza la nula, un comportamiento esperable en un índice de volatilidad con reversión a la media; la especificación mantiene de todos modos su primera diferencia, definida en el capítulo 9 para capturar el shock diario de cada jornada. Todas las series transformadas, los retornos logarítmicos, la prima/descuento y las primeras diferencias, rechazan la raíz unitaria al 1%. La estimación procede, en consecuencia, sobre las series transformadas, exactamente como fue diseñado.

Serie	Especificación	Estadístico ADF	p-valor	Decisión
ln P (nivel)	constante y tendencia	-2,55	0,305	No estacionaria
ln NAV (nivel)	constante y tendencia	-2,28	0,443	No estacionaria
US2Y (nivel)	constante y tendencia	-1,44	0,850	No estacionaria
OAS (nivel)	constante y tendencia	-2,68	0,244	No estacionaria
VIX (nivel)	constante y tendencia	-5,07	< 0,001	Estacionaria
Retorno log. del ETF	constante	-22,13	< 0,001	Estacionaria
Retorno log. del NAV	constante	-18,20	< 0,001	Estacionaria
Prima/descuento D	constante	-6,88	< 0,001	Estacionaria
Δ US2Y	constante	-14,54	< 0,001	Estacionaria
Δ OAS	constante	-19,55	< 0,001	Estacionaria
Δ VIX	constante	-9,33	< 0,001	Estacionaria

Cuadro 10.2. Test de Dickey-Fuller aumentado. Rezagos seleccionados por el criterio de Akaike; valores críticos al 5%: -3,42 (constante y tendencia) y -2,87 (constante). Elaboración propia basada en datos de Bloomberg.

10.3 Prueba 1: relación lead-lag y predictibilidad

El Cuadro 10.3 presenta la estimación de la ecuación (9.1). El coeficiente del retorno del ETF es positivo y altamente significativo: $\beta = 0,2164$, con estadístico t de 5,44 (errores estándar Newey-West con cinco rezagos) y p-valor inferior a 0,001, con un R^2 de 0,083. En términos económicos, un retorno del ETF de 1% en la jornada t anticipa un retorno del NAV de 0,22% en t+1; medido en unidades de variabilidad, un

movimiento de un desvío estándar en el retorno del ETF anticipa para el día siguiente un movimiento del NAV equivalente a cerca de un tercio de su propio desvío estándar. Para una regresión predictiva con datos diarios, donde los retornos son esencialmente impredecibles en mercados líquidos, se trata de una capacidad explicativa considerable.

La regresión inversa confirma la asimetría. Cuando se intenta explicar el retorno del ETF del día siguiente con el retorno del NAV del día corriente, el coeficiente es nulo en términos económicos y estadísticos ($\beta = -0,0037$; $t = -0,06$; $R^2 = 0,000$). Los retornos del ETF contienen información sobre los retornos futuros del NAV; los retornos del NAV no contienen información alguna sobre los retornos futuros del ETF.

Especificación	Coeficiente β	Estadístico t	p-valor	R ²	N
$r_{NAV,t+1}$ sobre $r_{ETF,t}$ (ec. 9.1)	0,2164*	5,44	< 0,001	0,083	497
$r_{ETF,t+1}$ sobre $r_{NAV,t}$ (inversa)	-0,0037	-0,06	0,952	0,000	497

*Cuadro 10.3. Prueba 1: regresiones lead-lag entre los retornos del ETF y del NAV. Errores estándar Newey-West con cinco rezagos; las constantes no resultan estadísticamente significativas en ninguna especificación. * indica significatividad al 1%. Elaboración propia basada en datos de Bloomberg.*

La especificación de rezagos distribuidos de la ecuación (9.2), cuya estimación completa se reporta en el Cuadro A.1 del Anexo A, refuerza y precisa el resultado. El coeficiente contemporáneo es 0,637, es decir, casi dos tercios del movimiento del ETF se reflejan en el NAV el mismo día; los rezagos 1 a 8 del retorno del ETF son positivos y significativos al 5%, los rezagos 9 y 10 no difieren de cero y ninguno resulta negativo y significativo. La significatividad conjunta de los diez rezagos es contundente ($F = 32,72$; $p < 0,001$). El traspaso acumulado de largo plazo, neto de la dinámica propia del NAV, asciende a 0,98: el valor liquidativo termina incorporando prácticamente uno a uno el movimiento del ETF, sin reversión posterior. La Figura 10.3 ilustra el patrón: coeficientes positivos que decaen de manera monótona hasta agotarse alrededor de la octava rueda, sin cambio de signo en ningún horizonte.

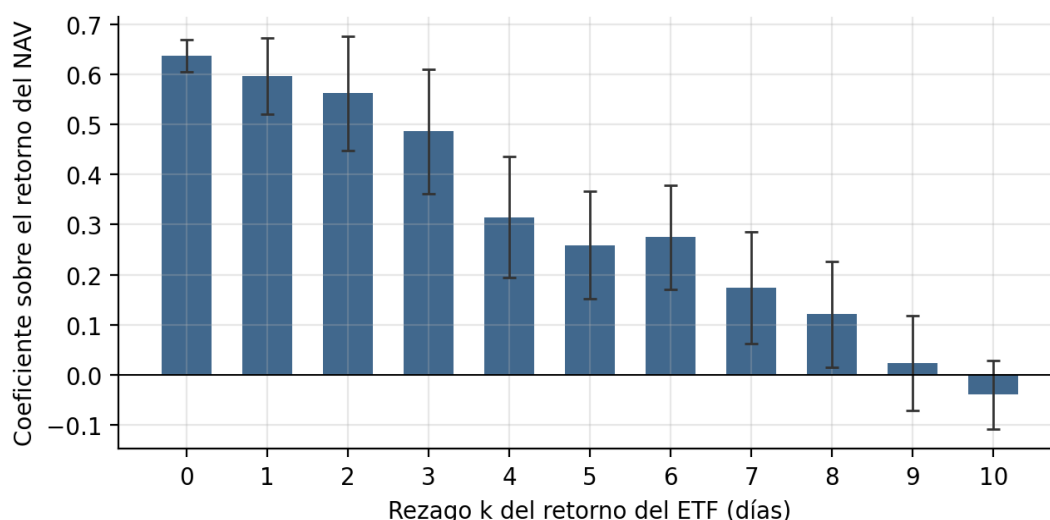


Figura 10.3. Coeficientes de los retornos del ETF rezagados k días en la especificación de rezagos distribuidos (ecuación 9.2), con intervalos de confianza al 95% (Newey-West). Fuente: elaboración propia basada en datos de Bloomberg.

Conforme al criterio de Hao et al. (2019) y Madhavan y Sobczyk (2016), la combinación de predictibilidad positiva y ausencia de reversión es lo que distingue el genuino descubrimiento de precios de una distorsión transitoria: si el ETF incorporara ruido en lugar de información, la predictibilidad debería revertirse en horizontes posteriores, y eso no ocurre. La ventana de ajuste de aproximadamente ocho ruedas es, además, coherente con la predictibilidad de hasta diez días que Hao et al. (2019) documentan para los ETFs de estilo *high yield* y algo más extensa que el ajuste de tres a cuatro ruedas que Karmaziene y Terrada (2025) estiman para el promedio de su panel, lo que resulta razonable dada la iliquidez más severa del subyacente del HYG en un ciclo de restricción prolongada. Con estos elementos queda respondido el Objetivo 1 y sustentada la primera mitad de H1: los retornos del ETF anticiparon los del NAV en una magnitud económica y estadísticamente significativa.

10.4 Prueba 2: dirección del flujo informativo (causalidad de Granger)

El orden del VAR bivariado se seleccionó dentro del máximo de diez rezagos contemplado en la sección 9.6.2: el criterio de Akaike indica diez rezagos y el de Schwarz, más parsimonioso, cuatro; ambas especificaciones resultan estables, con todas las raíces dentro del círculo unitario, por lo que el Cuadro 10.4 reporta los contrastes bajo las dos. Los resultados son inequívocos y robustos a la elección de rezagos. La hipótesis nula de que los retornos del ETF no causan en sentido de Granger a los retornos del NAV se rechaza al 1% en ambas especificaciones ($F = 6,89$ con diez rezagos y $F = 11,08$ con cuatro). La hipótesis nula de que los retornos

del NAV no causan en sentido de Granger a los del ETF no puede rechazarse en ningún caso (p-valores de 0,493 y 0,799).

Hipótesis nula	Rezagos del VAR	Estadístico F	p-valor	Decisión
Los retornos del ETF no causan en sentido de Granger a los retornos del NAV	10 (AIC)	6,89	< 0,001	Se rechaza
Los retornos del ETF no causan en sentido de Granger a los retornos del NAV	4 (BIC)	11,08	< 0,001	Se rechaza
Los retornos del NAV no causan en sentido de Granger a los retornos del ETF	10 (AIC)	0,94	0,493	No se rechaza
Los retornos del NAV no causan en sentido de Granger a los retornos del ETF	4 (BIC)	0,41	0,799	No se rechaza

Cuadro 10.4. Prueba 2: tests de causalidad de Granger sobre el VAR bivariado de retornos (ecuaciones 9.3 y 9.4). El VAR es estable en ambas especificaciones. Elaboración propia basada en datos de Bloomberg.

El flujo informativo entre los dos precios del mismo activo fue, por lo tanto, unidireccional: del ETF hacia el NAV y nunca a la inversa. Recordando que la causalidad de Granger expresa precedencia predictiva, qué serie ayuda a anticipar a la otra, y no causalidad estructural en sentido económico (Granger, 1969).

Tomadas en conjunto, las Pruebas 1 y 2 ofrecen evidencia convergente y robusta en favor de la hipótesis H1: el ETF de renta fija de alto rendimiento no solo anticipó los movimientos de su valor liquidativo durante el ciclo de endurecimiento monetario (Prueba 1), sino que lo hizo de manera unidireccional, ya que la información fluyó del precio de mercado del ETF hacia el NAV y no a la inversa (Prueba 2). Ambos resultados son consistentes con la interpretación del ETF como vehículo de descubrimiento de precios y contrarios a la hipótesis de la ilusión de liquidez. Resta examinar, en la Prueba 3, si el comportamiento de la prima/descuento frente a la política monetaria y el estrés crediticio confirma o matiza esta lectura, lo que constituye el contraste de la hipótesis H2.

10.5 Prueba 3: prima/descuento, política monetaria y estrés crediticio

El Cuadro 10.5 presenta la estimación de la ecuación (9.5). Los tres coeficientes muestran el signo negativo predicho por H2 y son significativos al 1%. Una suba de la tasa a dos años reduce la prima del fondo: el coeficiente de $\Delta US2Y$ es $-1,62$ ($t = -8,82$; $p < 0,0001$), indica que ante una suba de la tasa de referencia el ETF se ajusta a la baja con mayor celeridad que su valor liquidativo, generando descuentos. El coeficiente de la variación del spread de crédito, $\beta_2 = -1,00$ ($t = -6,64$; $p < 0,0001$),

apunta en el mismo sentido: una ampliación del spread de alto rendimiento, señal de mayor estrés crediticio, deprime la cotización del ETF respecto del NAV. En términos económicos, un aumento de diez puntos básicos en la tasa a dos años se asocia con una caída de la prima de aproximadamente 0,16 puntos porcentuales, y una ampliación de diez puntos básicos del spread, con una caída cercana a 0,10 puntos porcentuales, magnitudes relevantes frente a un desvío estándar de la prima de 0,33 %. El control por la variación del VIX resulta también negativo y significativo ($\beta_3 = -0,08$; $p < 0,0001$), lo que indica que el efecto de la política monetaria y del crédito no está capturando meramente el sentimiento general de riesgo. El modelo explica el 39,4 % de la variación diaria de la prima/descuento.

Variable	(1) Con control ΔVIX	(2) Sin control ΔVIX
Constante	0,19* (12,14)	0,20* (12,13)
$\Delta US2Y$	-1,62* (-8,82)	-1,82* (-8,61)
ΔOAS	-1,00* (-6,64)	-1,54* (-10,87)
ΔVIX	-0,08* (-7,60)	—
R ²	0,394	0,310
N	498	498

*Cuadro 10.5. Prueba 3: regresión de la prima/descuento diaria sobre la variación de la tasa US2Y, del spread OAS y del VIX (ecuación 9.5). La variable dependiente (prima/descuento) está expresada en puntos porcentuales; $\Delta US2Y$ y ΔOAS , también en puntos porcentuales; ΔVIX , en puntos del índice. Estadísticos t entre paréntesis, calculados con errores estándar Newey-West de cinco rezagos. * indica significatividad al 1%. Elaboración propia basada en datos de Bloomberg.*

La constante positiva y significativa, de alrededor de 19 puntos básicos, refleja la prima incondicional promedio del período y es coherente con la convención de computar el NAV de los fondos de renta fija a precios *bid*, que induce una prima media positiva aun en ausencia de toda fricción informativa (Madhavan y Sobczyk, 2016). Lo relevante para H2 no es ese nivel sino la respuesta sistemática de la desviación a los shocks: ante mayor restricción monetaria y mayor estrés crediticio, el precio del ETF se ajustó a la baja antes que el NAV, generando descuentos estadísticamente significativos. El resultado replica, para un único fondo, con frecuencia diaria y con la tasa US2Y como variable de política, el hallazgo central de Karmazienne y Terrada (2025) para su panel de treinta fondos, donde el efecto se concentraba justamente en el segmento *high yield*.

En síntesis, la Prueba 3 confirma la hipótesis H2: durante el ciclo de endurecimiento monetario, tanto las subas de la tasa de referencia como las ampliaciones del spread de crédito generaron descuentos sistemáticos en el HYG, en tanto su precio de mercado se ajustó a la baja antes que su valor liquidativo. Este comportamiento,

robusto al control por la volatilidad de mercado, es el que cabría esperar si el ETF cumple una función de descubrimiento de precios y resulta difícil de conciliar con la hipótesis de una mera ilusión de liquidez.

Tomado en su conjunto, el análisis empírico ofrece evidencia convergente y consistente. Las Pruebas 1 y 2 muestran que el HYG anticipó los movimientos de su valor liquidativo y que el flujo informativo fue unidireccional, del ETF hacia el NAV, contrastando la hipótesis H1. La Prueba 3 muestra que ese liderazgo se manifiesta también en el comportamiento de la prima/descuento frente a los dos motores del ciclo bajo estudio, la política monetaria y el estrés crediticio, contrastando la hipótesis H2. Las tres pruebas, leídas conjuntamente, sostienen la interpretación del ETF de renta fija de alto rendimiento como vehículo de descubrimiento de precios durante el endurecimiento monetario de 2022-2023, y no como una fuente de liquidez ilusoria. El alcance de esta conclusión, sus matices y sus implicancias se desarrollan en el capítulo siguiente.

10.6 Síntesis: contraste de hipótesis y diálogo con la literatura

Los resultados de las tres pruebas convergen sin tensiones. H1 queda sustentada por las Pruebas 1 y 2 en sus dos componentes: la magnitud de la anticipación es económicamente relevante (un coeficiente de 0,22 a un día, con incorporación contemporánea de dos tercios y traspaso total cercano a uno en torno a ocho ruedas) y la dirección del flujo informativo es estrictamente unidireccional, del ETF hacia el NAV. H2 queda sustentada por la Prueba 3: las desviaciones del precio respecto del NAV se ampliaron de manera sistemática, en el sentido de mayores descuentos, ante las subas de la tasa de referencia y la ampliación del *spread* OAS, con coeficientes negativos y significativos al 1% incluso controlando por el sentimiento general de riesgo.

Esta evidencia permite discriminar entre las dos lecturas teóricas planteadas en la sección 6.6. Si las desviaciones del HYG hubieran reflejado ilusión de liquidez, deberían haberse comportado como ruido: predictibilidad seguida de reversión, flujo informativo bidireccional o desde el NAV hacia el ETF, y desviaciones desconectadas de los fundamentos. Lo observado es exactamente lo contrario: las desviaciones respondieron de forma sistemática a las variables de política monetaria y de crédito, la información fluyó en una sola dirección y el NAV terminó convalidando, prácticamente uno a uno y sin reversión, lo que el precio del ETF había anticipado. El descuento operó como señal informativa y no como anomalía: durante el ciclo

2022-2023, el precio del HYG funcionó como mecanismo de descubrimiento de precios del mercado de bonos corporativos de alto rendimiento.

Los hallazgos dialogan de manera consistente con cada antecedente del marco referencial. El exceso de volatilidad del ETF sobre el NAV (un ratio de 1,33) y la prima media positiva son las regularidades que el modelo de Madhavan y Sobczyk (2016) predice cuando el NAV es rezagado, y la lectura de los descuentos como descubrimiento de precios replica para 2022-2023 lo que esos autores ilustraron para el propio HYG en 2008. La predictibilidad sin reversión, con una ventana de alrededor de ocho ruedas, coincide con la evidencia de Hao et al. (2019) para el estilo *high yield*. La unidireccionalidad del flujo informativo extiende a un episodio de estrés lento y prolongado, el *tightening* sostenido, el patrón que Aramonte y Avalos (2020) documentaron en el estrés agudo de marzo de 2020. El marco de Pan y Zeng (2017) explica, a su vez, por qué las desviaciones existen y persisten algunos días: los límites al arbitraje de los APs en un subyacente ilíquido impiden el cierre instantáneo de la brecha; la evidencia de este trabajo agrega que, aun con el arbitraje friccionado, esas brechas fueron informativas. Finalmente, los signos, la significatividad y la concentración del efecto en el segmento de alto rendimiento replican en escala de un solo fondo el resultado de Karmaziene y Terrada (2025), con la diferencia de *proxy* de política ya fundamentada. El capítulo siguiente recoge estas conclusiones y las proyecta sobre la pregunta de investigación.

11. Conclusiones

El presente trabajo se propuso determinar si el *iShares iBoxx USD High Yield Corporate Bond ETF* (HYG) funcionó como un mecanismo de descubrimiento de precios o si, por el contrario, generó una ilusión de liquidez durante el ciclo de endurecimiento monetario de la Reserva Federal entre 2022 y 2023. La pregunta no es menor: en un segmento como el de la renta fija de alto rendimiento, donde el activo subyacente se negocia de manera fragmentada y poco frecuente, dilucidar si el precio del vehículo cotizado refleja información genuina o una mera apariencia de liquidez tiene consecuencias directas para inversores, gestores y reguladores. Para responderla se formularon dos hipótesis, contrastadas mediante tres pruebas econométricas sobre 498 observaciones diarias del período. Las conclusiones que siguen recuperan esa pregunta y la respuesta que la evidencia permite ofrecer.

La hipótesis principal (H1) sostenía que, durante el ciclo de endurecimiento, los retornos del ETF anticiparon los de su valor liquidativo y que el flujo informativo se dirigió del ETF hacia el NAV. La evidencia la respalda de manera convergente. La

Prueba 1, que respondió al primer objetivo, mostró que el retorno del ETF en una jornada anticipa de forma positiva y altamente significativa el del NAV en la jornada siguiente, mientras que la relación inversa carece por completo de poder predictivo: la anticipación es asimétrica y opera en una sola dirección. La especificación de rezagos distribuidos confirmó, además, que esa anticipación no se revierte en horizontes posteriores, criterio que la literatura considera decisivo para distinguir el descubrimiento de precios de una distorsión transitoria (Hao et al., 2019; Madhavan y Sobczyk, 2016). La Prueba 2, que respondió al segundo objetivo, formalizó la dirección del flujo: los tests de causalidad de Granger rechazaron la no causalidad en el sentido ETF hacia NAV bajo todos los criterios de selección de rezagos, y no la rechazaron en el sentido opuesto, resultado robusto al uso de errores Newey-West. Magnitud, asimetría direccional y ausencia de reversión apuntan en el mismo sentido y confirman H1.

La hipótesis secundaria (H2) sostenía que las subas de la tasa de referencia y las ampliaciones del spread de crédito deprimen la prima del ETF, generando descuentos. La Prueba 3, que respondió al tercer objetivo, la confirmó: tanto la variación de la tasa a dos años como la del spread de alto rendimiento presentaron coeficientes negativos y altamente significativos sobre la prima/descuento, aun después de controlar por la volatilidad general del mercado. Que el precio del ETF se ajuste a la baja antes que el valor liquidativo ante shocks de tasa y de crédito, es precisamente el comportamiento esperable de un vehículo que incorpora información con mayor rapidez que su cartera subyacente.

A la luz de estos resultados, la respuesta a la pregunta de investigación es que el HYG actuó, durante el ciclo de endurecimiento monetario de 2022-2023, como un mecanismo de descubrimiento de precios y no como una fuente de liquidez ilusoria. Las tres pruebas, leídas en conjunto, describen un mismo fenómeno desde ángulos complementarios: el precio de mercado del ETF lideró a su valor liquidativo (Prueba 1), lo hizo de manera unidireccional (Prueba 2) y ese liderazgo se manifestó también en la respuesta de la prima a los dos motores del ciclo, la política monetaria y el estrés crediticio (Prueba 3). En lugar de desconectarse del valor fundamental en los momentos de tensión, el ETF tendió a anticiparlo, y los descuentos observados se comportaron como incorporación temprana de información antes que como ruido.

Este hallazgo tiene implicancias en dos planos. En el plano conceptual, aporta evidencia, para el caso del mayor fondo del segmento y en un episodio de estrés monetario sostenido, en favor de la función de descubrimiento de precios de los ETFs de renta fija, en línea con la literatura sobre el rol informativo de estos vehículos

(Madhavan y Sobczyk, 2016; Hao et al., 2019). Al mismo tiempo, matiza las lecturas que enfatizan la fragilidad y el riesgo de iliquidez de los ETFs de bonos en condiciones adversas (Pan y Zeng, 2017; Aramonte y Avalos, 2020; Haddad, Moreira y Muir, 2021): al menos para el HYG y en la ventana analizada, la divergencia entre precio y valor liquidativo operó como señal y no como espejismo. En el plano práctico, el resultado sugiere que, cuando el mercado subyacente se negocia con baja frecuencia, el precio del ETF y su prima/descuento pueden leerse como un indicador en tiempo casi real del valor del segmento, de utilidad tanto para la toma de decisiones de inversión como para el monitoreo del estrés del mercado de crédito.

En definitiva, este trabajo ofrece evidencia empírica de que, durante uno de los ciclos de endurecimiento monetario más intensos de las últimas décadas, el mayor ETF de bonos corporativos de alto rendimiento del mundo no amplificó la opacidad de su mercado subyacente, sino que contribuyó a transparentarlo, anticipando el valor de su cartera e incorporando con rapidez la información sobre la tasa de referencia y el estrés crediticio. La distinción entre descubrimiento de precios e ilusión de liquidez, lejos de ser una sutileza académica, resulta central para comprender el funcionamiento de estos vehículos en condiciones de tensión, y la evidencia aquí presentada se inclina, para el caso estudiado, por la primera de esas interpretaciones.

11.1 Limitaciones del estudio

Los alcances de estas conclusiones deben ponderarse a la luz de varias limitaciones, ya anticipadas en su mayoría en el diseño metodológico. La primera y más importante es de validez externa: el estudio se concentra en un único fondo, el HYG, de modo que sus resultados describen el comportamiento de ese instrumento y no son automáticamente extrapolables a otros ETFs de alto rendimiento de menor tamaño ni a fondos de grado de inversión, cuya liquidez subyacente y cuyas redes de creación y redención difieren. Esta limitación se compensa parcialmente por la condición del HYG como el fondo más grande, líquido y representativo de su categoría, lo que lo convierte en el mejor candidato disponible para observar el fenómeno, pero no la elimina.

En segundo lugar, la causalidad de Granger empleada en la Prueba 2 expresa precedencia predictiva, es decir, qué serie ayuda a anticipar a la otra, y no causalidad estructural en sentido económico; por ello los resultados se interpretaron siempre de forma conjunta y no aislada. En tercer lugar, una parte de la autocorrelación observada entre el ETF y el NAV puede tener origen mecánico, derivada de la

valuación rezagada de los bonos subyacentes (el fenómeno del *stale NAV*); aunque ese sesgo se atenuó mediante errores robustos y quedó acotado por el test de no reversión, no puede descartarse por completo. Por último, el análisis se circunscribe a un único ciclo de endurecimiento y a una frecuencia diaria: los resultados podrían diferir en fases de relajación monetaria o de crisis aguda, y la dinámica intradiaria, donde el descubrimiento de precios suele ser aún más marcado, queda fuera del alcance de los datos utilizados.

11.2 Líneas futuras de investigación

Estas limitaciones señalan, a su vez, las extensiones naturales del trabajo. Una primera línea consiste en replicar el análisis sobre un panel de ETFs de renta fija de alto rendimiento, e incorporar fondos de grado de inversión como contraste, a fin de evaluar en qué medida los resultados aquí obtenidos para el HYG se generalizan al resto del segmento. Una segunda línea es el uso de datos de alta frecuencia o intradiarios, que permitirían medir con mayor precisión la velocidad del descubrimiento de precios y aplicar métricas de participación informativa propias de la microestructura de mercado. Una tercera línea es extender la ventana temporal a otros regímenes de política monetaria, en particular a fases de relajación, para examinar si la función de descubrimiento de precios se mantiene o se debilita según el contexto.

En conjunto, estas extensiones permitirían confirmar la robustez de la conclusión alcanzada y precisar las condiciones bajo las cuales los ETFs de renta fija cumplen su función de descubrimiento de precios.

Anexos

Anexo A. Estimación completa de la especificación de rezagos distribuidos

El Cuadro A.1 reporta la estimación completa de la ecuación (9.2), comentada en la sección 10.3. La variable dependiente es el retorno logarítmico diario del NAV; se incluyen el retorno contemporáneo del ETF, sus diez rezagos y, como controles, diez rezagos propios del retorno del NAV, cuyos coeficientes no se reportan por brevedad.

Rezago k del retorno del ETF	Coeficiente	Error estándar	Estadístico t	p-valor
k = 0	0,6372**	0,0162	39,40	< 0,001
k = 1	0,5969**	0,0392	15,23	< 0,001
k = 2	0,5624**	0,0582	9,67	< 0,001
k = 3	0,4863**	0,0631	7,70	< 0,001
k = 4	0,3149**	0,0617	5,10	< 0,001
k = 5	0,2593**	0,0547	4,74	< 0,001
k = 6	0,2751**	0,0530	5,20	< 0,001
k = 7	0,1736**	0,0572	3,04	0,002
k = 8	0,1208*	0,0538	2,24	0,025
k = 9	0,0235	0,0486	0,48	0,629
k = 10	-0,0399	0,0352	-1,13	0,257

*Cuadro A.1. Estimación de la ecuación (9.2) por MCO con errores estándar Newey-West de cinco rezagos; 488 observaciones; $R^2 = 0,861$. Test F de significatividad conjunta de los rezagos 1 a 10 del retorno del ETF: $F = 32,72$ ($p < 0,001$). Traspaso acumulado de largo plazo, neto de la dinámica propia del NAV: 0,98. ** y * indican significatividad al 1% y al 5%, respectivamente. Elaboración propia basada en datos de Bloomberg.*

Anexo B. Cronología de decisiones de tasa del FOMC durante el período de análisis

El Cuadro B.1 resume las decisiones sobre el rango objetivo de la *federal funds rate* adoptadas por el Federal Open Market Committee durante el período de análisis, que contextualizan la trayectoria de la tasa US2Y empleada en las estimaciones.

Fecha de la decisión	Decisión (puntos básicos)	Rango objetivo resultante
16/03/2022	+25	0,25% a 0,50%
04/05/2022	+50	0,75% a 1,00%
15/06/2022	+75	1,50% a 1,75%
27/07/2022	+75	2,25% a 2,50%
21/09/2022	+75	3,00% a 3,25%
02/11/2022	+75	3,75% a 4,00%
14/12/2022	+50	4,25% a 4,50%
01/02/2023	+25	4,50% a 4,75%

22/03/2023	+25	4,75% a 5,00%
03/05/2023	+25	5,00% a 5,25%
14/06/2023	Sin cambios	5,00% a 5,25%
26/07/2023	+25	5,25% a 5,50%
20/09, 01/11 y 13/12/2023	Sin cambios	5,25% a 5,50%

Cuadro B.1. Decisiones del FOMC sobre el rango objetivo de la federal funds rate, 2022-2023: once subas por un total de 525 puntos básicos. Elaboración propia basada en comunicados del Federal Open Market Committee, Reserva Federal de los Estados Unidos.

Anexo C. Salidas computacionales de las pruebas econométricas

El presente anexo reúne las salidas computacionales de las pruebas econométricas definidas en el capítulo 9 y discutidas en el capítulo 10. El procesamiento se realizó en Python 3.12, con las bibliotecas pandas 3.0, numpy 2.4 y statsmodels 0.14. Las series diarias provienen de Bloomberg y abarcan el período enero de 2022 a diciembre de 2023, con una muestra final alineada de 498 observaciones. En todas las regresiones de series de tiempo los errores estándar se calculan mediante el procedimiento de Newey-West (HAC) con cinco rezagos.

Para cada prueba se reproduce primero el bloque de código que la genera y, a continuación, la salida literal de consola. Las cifras coinciden con las reportadas en el cuerpo principal: el Cuadro 10.2 (estacionariedad), los Cuadros 10.3 y A.1 (Prueba 1), el Cuadro 10.4 (Prueba 2) y el Cuadro 10.5 (Prueba 3).

C.1. Preparación de los datos y construcción de las variables

Lectura de las cinco series utilizadas y construcción de los retornos logarítmicos, la prima/descuento y las primeras diferencias, conforme al Cuadro 9.1. La ventana se restringe al ciclo de endurecimiento monetario.

Código

```
import pandas as pd, numpy as np
import statsmodels.api as sm
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
from statsmodels.tsa.api import VAR

# Series diarias de Bloomberg, alineadas por intersección de fechas:
# P = PX LAST del HYG NAV = FUND_NET_ASSET_VAL del HYG
# OAS = LF98 Index (high yield) US2Y = USGG2YR Index VIX
df = cargar_series() # DataFrame con columnas P, NAV, OAS, US2Y, VIX

df['r ETF'] = np.log(df['P']).diff() * 100 # retorno log. del ETF (%)
df['r NAV'] = np.log(df['NAV']).diff() * 100 # retorno log. del NAV (%)
df['Disc'] = (df['P'] / df['NAV'] - 1) * 100 # prima/descuento D (%)
df['dUS2Y'] = df['US2Y'].diff() # var. tasa 2 años (p.p.)
df['dOAS'] = df['OAS'].diff() # var. spread OAS (p.p.)
df['dVIX'] = df['VIX'].diff() # var. VIX (puntos)

# Ventana: enero 2022 - diciembre 2023 -> 498 observaciones
d = df.loc['2022-01-01':'2023-12-31']
```

C.2. Pruebas de estacionariedad — test de Dickey-Fuller aumentado

Contraste de raíz unitaria sobre niveles y series transformadas (corresponde al Cuadro 10.2). Los niveles de ln P, ln NAV, US2Y y OAS no rechazan la nula; los retornos, la prima/descuento y las primeras diferencias la rechazan al 1 %.

Código

```
series = [(np.log(d['P']), 'ct'), (np.log(d['NAV']), 'ct'), (d['US2Y'], 'ct'),
          (d['OAS'], 'ct'), (d['VIX'], 'ct'), (d['r ETF'], 'c'), (d['r_NAV'], 'c'),
          (d['Disc'], 'c'), (d['dUS2Y'], 'c'), (d['dOAS'], 'c'), (d['dVIX'], 'c')]

for serie, espec in series:
    stat, p, lags, nobs, crit, _ = adfuller(serie.dropna(),
                                           regression=espec, autolag='AIC')
    print(serie.name, espec, round(stat, 2), round(p, 3), lags, nobs)
```

Salida en consola

Test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) - statsmodels.tsa.stattools.adfuller
Rezagos por AIC. H0: raíz unitaria (serie no estacionaria).
Especif.: c = constante ; c+t = constante y tendencia.

Serie	Especif.	ADF	p-valor	Rez.	N	VC 5%	Decision
ln P (nivel)	c+t	-2.55	0.305	0	497	-3.42	No estacionaria
ln NAV (nivel)	c+t	-2.28	0.443	1	496	-3.42	No estacionaria
US2Y (nivel)	c+t	-1.44	0.850	3	494	-3.42	No estacionaria
OAS (nivel)	c+t	-2.68	0.244	1	496	-3.42	No estacionaria
VIX (nivel)	c+t	-5.07	<0.001	0	497	-3.42	Estacionaria
r ETF	c	-22.13	<0.001	0	497	-2.87	Estacionaria
r NAV	c	-18.20	<0.001	0	497	-2.87	Estacionaria
D (prima/desc.)	c	-6.88	<0.001	4	493	-2.87	Estacionaria
dUS2Y	c	-14.54	<0.001	2	495	-2.87	Estacionaria
dOAS	c	-19.55	<0.001	0	497	-2.87	Estacionaria
dVIX	c	-9.33	<0.001	7	490	-2.87	Estacionaria

C.3. Prueba 1 — Regresión lead-lag (directa e inversa)

Regresión predictiva del retorno del NAV sobre el retorno del ETF rezagado un día y su contraste inverso (corresponde al Cuadro 10.3). El coeficiente directo es positivo y significativo ($\beta = 0,2164$; $t = 5,44$); el inverso es nulo.

Código

```
# Directa: retorno del NAV de mañana ~ retorno del ETF de hoy (ec. 9.1)
y = d['r_NAV'].shift(-1).dropna()
X = sm.add_constant(d['r ETF']).loc[y.index]
m1 = sm.OLS(y, X).fit(cov_type='HAC', cov_kwds={'maxlags': 5})
print(m1.summary())

# Inversa (contraste de especularidad): r ETF(t+1) ~ r NAV(t)
y2 = d['r ETF'].shift(-1).dropna()
X2 = sm.add_constant(d['r_NAV']).loc[y2.index]
m2 = sm.OLS(y2, X2).fit(cov_type='HAC', cov_kwds={'maxlags': 5})
print(m2.summary())
```

Salida en consola

```
=====
                        OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:          r_NAV(t+1)      R-squared:                0.083
Model:                  OLS             Adj. R-squared:         0.081
Method:                 Least Squares   F-statistic:             29.63
Date:                   Wed, 17 Jun 2026 Prob (F-statistic):      8.26e-08
Time:                   13:54:28        Log-Likelihood:          -334.30
```

```

No. Observations:      497    AIC:      672.6
Df Residuals:          495    BIC:      681.0
Df Model:              1
Covariance Type:      HAC
=====
              coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const          -0.0176      0.020      -0.884      0.377      -0.057      0.021
r ETF(t)        0.2164      0.040       5.443      0.000       0.138      0.294
=====
Omnibus:                43.108    Durbin-Watson:                2.119
Prob(Omnibus):           0.000    Jarque-Bera (JB):           199.831
Skew:                   -0.144    Prob(JB):                   4.05e-44
Kurtosis:                6.093    Cond. No.                    1.52
=====

Notes:
[1] Standard Errors are heteroscedasticity and autocorrelation robust (HAC) using 5
lags and without small sample correction

-----

                        OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:          r ETF(t+1)    R-squared:                0.000
Model:                  OLS           Adj. R-squared:           -0.002
Method:                 Least Squares  F-statistic:             0.003651
Date:                  Wed, 17 Jun 2026  Prob (F-statistic):       0.952
Time:                  13:54:28        Log-Likelihood:          -496.90
No. Observations:      497            AIC:                    997.8
Df Residuals:          495            BIC:                    1006.
Df Model:              1
Covariance Type:      HAC
=====
              coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const          -0.0236      0.028      -0.853      0.394      -0.078      0.031
r NAV(t)       -0.0037      0.061      -0.060      0.952      -0.124      0.117
=====
Omnibus:                31.022    Durbin-Watson:                1.985
Prob(Omnibus):           0.000    Jarque-Bera (JB):           110.817
Skew:                   0.027    Prob(JB):                   8.64e-25
Kurtosis:                5.313    Cond. No.                    2.02
=====

Notes:
[1] Standard Errors are heteroscedasticity and autocorrelation robust (HAC) using 5
lags and without small sample correction

```

C.4. Prueba 1 (robustez) — Rezagos distribuidos y no reversión

Especificación de rezagos distribuidos siguiendo a Hao et al. (2019), con el test F de significatividad conjunta de los diez rezagos del ETF (corresponde al Cuadro A.1). El traspaso acumulado de largo plazo es 0,98, sin reversión de signo.

Código

```

# Rezagos distribuidos (ec. 9.2): r_NAV sobre el ETF contemporáneo, sus 10
# rezagos y 10 rezagos propios del NAV como control. K = J = 10.
X = pd.concat(
    [d['r ETF'].shift(k).rename(f'r ETF_l{k}') for k in range(0, 11)] +
    [d['r_NAV'].shift(j).rename(f'r_NAV_l{j}') for j in range(1, 11)],
    axis=1).dropna()
y = d['r_NAV'].loc[X.index]
m = sm.OLS(y, sm.add_constant(X)).fit(cov type='HAC', cov kwds={'maxlags': 5})
print(m.summary())

# Significatividad conjunta de los 10 rezagos del ETF (predictibilidad)
print(m.f_test([f'r ETF_l{k}=0' for k in range(1, 11)]))

```

Salida en consola

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	r_NAV(t)	R-squared:	0.861			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.855			
Method:	Least Squares	F-statistic:	146.9			
Date:	Wed, 17 Jun 2026	Prob (F-statistic):	2.93e-190			
Time:	13:54:28	Log-Likelihood:	129.36			
No. Observations:	488	AIC:	-214.7			
Df Residuals:	466	BIC:	-122.5			
Df Model:	21					
Covariance Type:	HAC					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	-0.0015	0.008	-0.190	0.849	-0.017	0.014
r ETF 10	0.6372	0.016	39.396	0.000	0.605	0.669
r ETF 11	0.5969	0.039	15.227	0.000	0.520	0.674
r ETF 12	0.5624	0.058	9.666	0.000	0.448	0.676
r ETF 13	0.4863	0.063	7.701	0.000	0.363	0.610
r ETF 14	0.3149	0.062	5.102	0.000	0.194	0.436
r ETF 15	0.2593	0.055	4.743	0.000	0.152	0.367
r ETF 16	0.2751	0.053	5.196	0.000	0.171	0.379
r ETF 17	0.1736	0.057	3.037	0.002	0.062	0.286
r ETF 18	0.1208	0.054	2.244	0.025	0.015	0.226
r ETF 19	0.0235	0.049	0.483	0.629	-0.072	0.119
r ETF 110	-0.0399	0.035	-1.134	0.257	-0.109	0.029
r NAV 11	-0.6007	0.061	-9.810	0.000	-0.721	-0.481
r NAV 12	-0.5781	0.073	-7.909	0.000	-0.721	-0.435
r NAV 13	-0.4270	0.072	-5.925	0.000	-0.568	-0.286
r NAV 14	-0.2639	0.063	-4.205	0.000	-0.387	-0.141
r NAV 15	-0.2656	0.058	-4.607	0.000	-0.379	-0.153
r NAV 16	-0.2942	0.058	-5.115	0.000	-0.407	-0.181
r NAV 17	-0.1108	0.066	-1.671	0.095	-0.241	0.019
r NAV 18	-0.0700	0.063	-1.107	0.268	-0.194	0.054
r NAV 19	0.0578	0.053	1.089	0.276	-0.046	0.162
r NAV 110	0.0787	0.034	2.347	0.019	0.013	0.144
Omnibus:	24.311	Durbin-Watson:	2.011			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	42.294			
Skew:	-0.337	Prob(JB):	6.54e-10			
Kurtosis:	4.275	Cond. No.	18.3			
Notes:						
[1] Standard Errors are heteroscedasticity and autocorrelation robust (HAC) using 5 lags and without small sample correction						
Test F de significatividad conjunta de los rezagos 1 a 10 del ETF:						
F = 32.72 p-valor = 5.8e-48						
Traspaso acumulado de largo plazo (neto de la dinamica del NAV):						
sum(b k,k=0..10) / (1 - sum(g j, j=1..10)) = 0.98						

C.5. Prueba 2 — Causalidad de Granger sobre el VAR bivariado

Tests de causalidad de Granger en ambas direcciones, bajo las dos selecciones de rezagos (10 por AIC y 4 por BIC; corresponde al Cuadro 10.4). Se rechaza la no causalidad ETF → NAV y no se rechaza en sentido inverso.

Código

```
var = VAR(d[['r ETF', 'r_NAV']].dropna())
for p in [10, 4]:
    res = var.fit(p)
    print(res.test_causality('r_NAV', ['r ETF'], kind='f')) # ETF -> NAV
    print(res.test_causality('r ETF', ['r_NAV'], kind='f')) # NAV -> ETF
```

Salida en consola

```
Causalidad de Granger sobre VAR bivariado - statsmodels.tsa.api.VAR
Contraste de Wald/F. H0: la variable indicada no causa-Granger a la otra.
```

```

===== VAR con p = 10 rezagos (AIC) =====
H0: r ETF NO causa-Granger a r NAV
F = 6.89 gl = (10, 934) p-valor = 1.89e-10
-> Se RECHAZA H0
H0: r NAV NO causa-Granger a r ETF
F = 0.94 gl = (10, 934) p-valor = 0.493
-> No se rechaza H0

===== VAR con p = 4 rezagos (BIC) =====
H0: r ETF NO causa-Granger a r NAV
F = 11.08 gl = (4, 970) p-valor = 8.64e-09
-> Se RECHAZA H0
H0: r NAV NO causa-Granger a r ETF
F = 0.41 gl = (4, 970) p-valor = 0.799
-> No se rechaza H0

```

C.6. Prueba 3 — Determinantes de la prima/descuento

Regresión múltiple de la prima/descuento sobre la variación de la tasa US2Y, del spread OAS y del VIX, con y sin el control de volatilidad (corresponde al Cuadro 10.5).

Los tres coeficientes son negativos y significativos al 1 %.

Código

```

# (1) Con control por la variación del VIX -> columna (1) del Cuadro 10.5
X = sm.add_constant(d[['dUS2Y', 'dOAS', 'dVIX']])
m = sm.OLS(d['Disc'], X).fit(cov_type='HAC', cov_kwds={'maxlags': 5})
print(m.summary())

# (2) Sin control por el VIX -> columna (2) del Cuadro 10.5
Xb = sm.add_constant(d[['dUS2Y', 'dOAS']])
mb = sm.OLS(d['Disc'] / 100, Xb).fit(cov_type='HAC', cov_kwds={'maxlags': 5})
print(mb.summary())

```

Salida en consola

```

===== OLS Regression Results =====
Dep. Variable:          D (prima/desc.)          R-squared:                0.394
Model:                  OLS                      Adj. R-squared:           0.391
Method:                 Least Squares            F-statistic:              91.54
Date:                  Wed, 17 Jun 2026          Prob (F-statistic):       4.05e-47
Time:                  13:54:28                  Log-Likelihood:           2260.4
No. Observations:      498                      AIC:                     -4513.
Df Residuals:          494                      BIC:                     -4496.
Df Model:              3
Covariance Type:       HAC
=====
               coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const          0.0019      0.000     12.139      0.000      0.002      0.002
dUS2Y         -0.0162      0.002     -8.824      0.000     -0.020     -0.013
dOAS          -0.0100      0.002     -6.635      0.000     -0.013     -0.007
dVIX          -0.0008      0.000     -7.601      0.000     -0.001     -0.001
=====
Omnibus:                 4.336    Durbin-Watson:              1.519
Prob(Omnibus):           0.114    Jarque-Bera (JB):           5.370
Skew:                    0.033    Prob(JB):                   0.0682
Kurtosis:                3.504    Cond. No.                   20.1
=====

Notes:
[1] Standard Errors are heteroscedasticity and autocorrelation robust (HAC) using 5
lags and without small sample correction

```

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:          D (prima/desc.)      R-squared:                0.310
Model:                  OLS                  Adj. R-squared:           0.307
Method:                 Least Squares        F-statistic:              87.52
Date:                   Wed, 17 Jun 2026     Prob (F-statistic):       2.85e-33
Time:                   13:54:28             Log-Likelihood:           2227.9
No. Observations:      498                  AIC:                     -4450.
Df Residuals:          495                  BIC:                     -4437.
Df Model:               2
Covariance Type:       HAC
=====

```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	0.0020	0.000	12.134	0.000	0.002	0.002
dUS2Y	-0.0182	0.002	-8.610	0.000	-0.022	-0.014
dOAS	-0.0154	0.001	-10.869	0.000	-0.018	-0.013

```

=====
Omnibus:                5.944      Durbin-Watson:           1.630
Prob(Omnibus):          0.051      Jarque-Bera (JB):        6.444
Skew:                   0.174      Prob(JB):                0.0399
Kurtosis:               3.435      Cond. No.                13.1
=====

```

Notes:

[1] Standard Errors are heteroscedasticity and autocorrelation robust (HAC) using 5 lags and without small sample correction

Bibliografía

- Amihud Y, Mendelson H y Pedersen LH (2005) "Liquidity and asset prices". *Foundations and Trends in Finance* 1(4):269-364
- Aramonte S y Avalos F (2020) "The recent distress in corporate bond markets: cues from ETFs". BIS Bulletin No 6. Bank for International Settlements, Basilea
- Bank for International Settlements (2015) 85th Annual Report, 1 April 2014 - 31 March 2015. Bank for International Settlements, Basilea
- Bao J, Pan J y Wang J (2011) "The illiquidity of corporate bonds". *The Journal of Finance* 66(3):911-946
- Bauer MD y Swanson ET (2023) "A reassessment of monetary policy surprises and high-frequency identification". *NBER Macroeconomics Annual* 37:87-155
- Ben-David I, Franzoni F y Moussawi R (2018) "Do ETFs increase volatility?". *The Journal of Finance* 73(6):2471-2535
- Cochrane JH (2005) *Asset Pricing*. Edición revisada. Princeton University Press, Princeton
- Dickey DA y Fuller WA (1979) "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root". *Journal of the American Statistical Association* 74(366):427-431
- Fabozzi FJ (ed.) (2012) *The Handbook of Fixed Income Securities*. 8va edición. McGraw-Hill, Nueva York
- Fama EF (1970) "Efficient capital markets: a review of theory and empirical work". *The Journal of Finance* 25(2):383-417
- Granger CWJ (1969) "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods". *Econometrica* 37(3):424-438
- Haddad V, Moreira A y Muir T (2021) "When selling becomes viral: disruptions in debt markets in the COVID-19 crisis and the Fed's response". *The Review of Financial Studies* 34(11):5309-5351
- Hao X, Kim D, Sul HK y Wang Q (2019) "Underlying bond return predictability by ETF returns". SSRN Working Paper No 3570309
- Hasbrouck J (1995) "One security, many markets: determining the contributions to price discovery". *The Journal of Finance* 50(4):1175-1199
- Hernández Sampieri R (2014) *Metodología de la investigación*. 6ta edición. McGraw-Hill, México DF
- iShares (2024) *iShares iBoxx \$ High Yield Corporate Bond ETF (HYG)*. Fund Fact Sheet. BlackRock Inc., Nueva York
- Karmaziene E y Terrada JM (2025) "Fast ETFs, slow bonds: price adjustment under monetary tightening". SSRN Working Paper No 5591173
- Madhavan A (2000) "Market microstructure: a survey". *Journal of Financial Markets* 3(3):205-258
- Madhavan A (2016) *Exchange-Traded Funds and the New Dynamics of Investing*. Oxford University Press, Nueva York
- Madhavan A y Sobczyk A (2016) "Price dynamics and liquidity of exchange-traded funds". *Journal of Investment Management* 14(2):86-100

- Mishkin FS (2019) The Economics of Money, Banking and Financial Markets. 12va edición. Pearson, Nueva York
- Newey WK y West KD (1987) "A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix". *Econometrica* 55(3):703-708
- O'Hara M (1995) Market Microstructure Theory. Blackwell, Cambridge (MA)
- Pan K y Zeng Y (2017) "ETF arbitrage under liquidity mismatch". ESRB Working Paper Series No 59. European Systemic Risk Board, Fráncfort
- Sautu R (2010) Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. Prometeo Libros, Buenos Aires
- Shleifer A y Vishny RW (1997) "The limits of arbitrage". *The Journal of Finance* 52(1):35-55