



Facultad de ADE

EL ROL DEL ORO COMO ACTIVO EN LAS CARTERAS DE INVERSIÓN

Autor: Lucía Ramos Fitera
Director: Ignacio Cervera Conte

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	2
ABSTRACT	2
PALABRAS CLAVE	2
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 OBJETIVOS	4
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO	4
1.3 METODOLOGÍA	5
1.4 ESTRUCTURA DEL TFG	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 CONTEXTUALIZACIÓN E HISTORIA DEL ORO	7
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ORO COMO ACTIVO FINANCIERO	7
2.3 COMPORTAMIENTO DEL ORO Y SU EVOLUCIÓN DE PRECIOS	8
2.4 FACTORES CLAVE EN LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DEL ORO ...	10
2.5 METODOLOGÍA DE INVERSIÓN EN ORO	11
2.6 DIVERSIFICACIÓN DE CARTERAS	12
2.7 DIFERENCIAS ENTRE UN ACTIVO DE COBERTURA Y UN ACTIVO REFUGIO	15
3. REVISIÓN DE LITERATURA	17
3.1 ¿TIENE EL ORO UN PAPEL DE ACTIVO REFUGIO O DE COBERTURA? .	22
3.1.1 EL CASO DEL ORO FRENTE A LAS ACCIONES	22
3.1.2 EL CASO DEL ORO FRENTE A LOS BONOS	26
3.1.3 EL CASO DEL ORO FRENTE A LA INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE ECONÓMICA	28
3.2 ¿DEBE UN INVERSOR INCLUIR EL ORO EN SU CARTERA DE INVERSIÓN EN LA ACTUALIDAD?	33
4. CONCLUSIONES	38
5. BIBLIOGRAFÍA	40
6. ANEXO	42

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se ha estudiado cuál es el rol del oro como activo de inversión en las carteras en la actualidad. En concreto, se analiza cuál es la opinión de diversos autores acerca de el comportamiento del oro frente a la renta variable, la renta fija, y la inflación e incertidumbre económica. Además, se investiga si los inversores deben incluir el oro en sus carteras y en que proporción.

ABSTRACT

The research paper presented studies what is currently gold's role as an investment asset in portfolios of investors. Specifically, it analyses what are the different opinions of authors about gold's behaviour against stock, fixed income, inflation, and economic uncertainty. Furthermore, it investigates if investors should include gold in their portfolios, and in what quantity.

PALABRAS CLAVE

Oro, Activo Refugio, Activo de Cobertura, Diversificación.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Evolución del precio nominal del oro en \$/onza desde 1833 a 2008

Figura 2. Evolución del precio nominal del oro en \$/onza desde 2000 a 2022

Figura 3. Retorno mensual del oro de 1978 a 2016 en \$/onza

Figura 4. Evolución del retorno nominal y real del oro, y del índice CPI a largo plazo

Tabla 1. Resumen de resultados de la revisión de literatura

Tabla 2. Resultados del modelo de regresión entre oro, acciones y bonos para Estados Unidos, Reino Unido y Alemania

Tabla 3. Resultados del modelo de regresión entre oro, acciones y bonos para Estados Unidos dividido por subperiodos

Tabla 4. Estadísticas de acciones, bonos y oro para enero 2000 a diciembre 2017

Tabla 5. Estadísticas de acciones, bonos y oro para enero 2007 a diciembre 2017

Tabla 6. Correlaciones entre el oro, las acciones y los bonos para enero 2000 a diciembre 2017

Tabla 7. Correlaciones entre el oro, las acciones y los bonos para enero 2007 a diciembre 2017

Tabla 8. Parámetros entre el oro y las acciones para datos diarios y mensuales por subperiodos

Tabla 9. Parámetros entre el oro y los bonos para datos diarios y mensuales por subperiodos

Tabla 10. Resultados de la prueba de raíz unitaria Fourier para distintos periodos de tenencia.

Tabla 11. Parámetros entre el oro y los índices de incertidumbre para datos mensuales por subperiodos

Tabla 12. Posibles carteras construidas de oro, acciones y bonos para enero 2000 a diciembre 2017

Tabla 13. Posibles carteras construidas de oro, acciones y bonos para enero 2007 a diciembre 2017

Tabla 14. Pesos de cada activo y ratios de las carteras igual y óptimamente construidas

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación está orientado a examinar y sintetizar el debate existente más relevante sobre el oro como activo en las carteras de inversión.

Nuestra hipótesis inicial es que el oro probablemente sea un activo interesante para incluir en las carteras de inversión si se busca reducir el riesgo.

Sin embargo, creemos que en la actualidad, pueden existir otros activos alternativos que tengan un papel diversificador más interesante que el oro, dadas las circunstancias macroeconómicas e incertidumbre global.

Por ello, nuestro objetivo es doble: Primero, el trabajo busca analizar las discusiones relacionadas con cuál es el papel del oro como activo en las carteras de inversión, comparando según trabajos existentes, si el oro tiene papel de activo refugio o de cobertura frente a otros activos financieros. Segundo, investiga cuáles son las opiniones existentes sobre si el oro se debería incluir en una cartera de inversión en la actualidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO

En primer lugar, según el informe del *World Economic Outlook* publicado por el *International Monetary Fund* (2022), la situación macroeconómica actual del 2022 es excepcional. Se caracteriza por tener una desaceleración económica más rápida de la esperada, debido a diversos factores. Entre ellos se encuentra la elevada inflación, la guerra en Ucrania y la pandemia del Covid-19. Todo ello conlleva a un crecimiento global esperado en 2022 del 3.2%, y del 2.7% en 2023. Estos valores son aproximadamente la mitad del crecimiento obtenido en 2021 del 6%.

Segundo, el artículo de *Morningstar* (2022) menciona que, la diversificación de carteras no siempre funciona de manera óptima, especialmente en periodos caracterizados por una elevada tensión en los mercados. En estas situaciones, las correlaciones que se veían en el pasado entre activos pueden verse afectadas. El artículo indica que las correlaciones entre acciones y bonos han dejado de ser negativas en periodos de incertidumbre,

obligando a los inversores a abandonar técnicas de diversificación tradicionales y buscar alternativas.

Por ello, estudiar el oro como activo de diversificación es de singular importancia en el mundo de la inversión, especialmente en tiempos de crisis, donde el interés por diversificar las carteras y obtener rentabilidades es mayor para los inversores.

Tercero, existen múltiples fuentes literarias que estudian el tema del oro como un activo de inversión. Dado que cada una de ellas tiene conclusiones diversas, creemos que realizar una síntesis y comparativa de algunos de estos trabajos puede aportar al inversor distintas perspectivas a la hora de elegir su estrategia de inversión.

Por lo tanto, el trabajo presentado busca aportar la información necesaria para que los inversores puedan tomar la decisión de si incluir el oro o no en sus carteras, y en qué proporción, atendiendo a sus objetivos de inversión.

1.3 METODOLOGÍA

Para conseguir el objetivo, hemos recurrido a la revisión de literatura existente, tanto de publicaciones académicas, como de artículos y páginas web actuales. Se ha hecho uso de la literatura que trata el tema del oro como activo de inversión, examina su evolución de precios, analiza su correlación con otros activos, y estudia la proporción óptima a incluir en las carteras.

Para la metodología, en primer lugar se ha procedido a buscar las fuentes tanto en el repositorio web de Comillas, como en *Google Scholar*. Se han escogido estos dos buscadores ya que permiten la selección de publicaciones académicas de mayor calidad. Las “*keywords*” que se han utilizado para encontrar las publicaciones académicas han sido: “*gold*”, “*portfolio*”, “*investment*”, “*diversification*”, “*hedge*”, “*safe haven*”.

En segundo lugar, los criterios que se han utilizado para elegir qué artículos se van a revisar, son los siguientes:

- 1- Que los artículos sean en inglés
- 2- Que los artículos hayan sido redactados entre 2010 y la actualidad para asegurar que utilizan datos actuales
- 3- Que los artículos realicen un análisis cuantitativo soportado por datos temporales

4- Que los artículos comparen el oro con otra serie de activos o índices

El proceso ha concluido con la selección de los artículos que se presentan en la sección tres de revisión de literatura. Además, para la realización del marco teórico y un desarrollo óptimo del trabajo apoyado por el mayor número de fuentes de información posibles, también se ha realizado una búsqueda de páginas web académicas y artículos de prensa actuales. Finalmente, se han utilizado también las publicaciones del *World Gold Council* en *gold.org*.

1.4 ESTRUCTURA DEL TFG

Con el fin de conseguir el objetivo, se ha decidido estructurar el TFG en tres secciones principales. Primero, en el apartado dos, se presenta un marco teórico para aportar al lector una introducción a los términos mencionados en los siguientes capítulos. Entre ellos se encuentra una visión sobre la historia del oro, las características del oro como activo financiero, cuál ha sido el comportamiento del oro en el pasado y los factores determinantes de su precio. Además, se presentan cuáles son las distintas formas de invertir en oro, en qué consiste la diversificación de carteras, y cuáles son las diferencias entre un activo refugio y de cobertura.

En el apartado tres se encuentra la parte principal del trabajo presentado. En esta se realiza una síntesis de literatura existente para analizar el debate sobre si el oro tiene un papel de activo refugio o de cobertura, estudiando el caso del oro frente a otros activos. Además, se analiza si un inversor debe incluir o no el oro en su cartera de inversión.

Por último, el apartado cuatro presenta las conclusiones obtenidas acerca del debate actual y la revisión de literatura.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTUALIZACIÓN E HISTORIA DEL ORO

El oro ha tenido siempre una reputación remarcada como un bien lujoso, debido a sus características como moneda global, activo de inversión y joya. Desde el desarrollo de los mercados financieros a finales del siglo XX, se ha considerado como una oportunidad de inversión atractiva para los inversores, ya que es un bien limitado, con liquidez elevada, y sin riesgo de crédito (Šoja, 2019).

Como explica el *World Gold Council* (2018) en su artículo *The history of gold: Records back to 1600*, los inicios del oro como valor se remontan al Patrón Oro, un sistema donde los países fijaban el valor de su divisa con una cantidad de oro determinada. Tras la segunda guerra mundial, el sistema del Patrón Oro desapareció y se introdujo en su lugar un nuevo sistema monetario internacional, llamado Bretton Woods. Desarrollado en los Estados Unidos en 1944, tenía el objetivo de mantener unos cambios de divisa fijos pero más flexibles, donde el dólar se fijó a una paridad de 35\$ por lingote de oro. De esta forma, las demás divisas quedaban fijas al dólar.

Durante los años sesenta, hubo un incremento significativo en la demanda privada del oro. Este acontecimiento marco el fin de la era de Bretton Woods en 1973, y cambio la manera en la que se movían los mercados del oro. En lugar de fluctuar principalmente en función de las políticas de los bancos centrales, la demanda privada es actualmente el principal factor que mueve estos mercados (Beckmann et al., 2019).

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ORO COMO ACTIVO FINANCIERO

Invertir en oro para preservar el capital tiene dos funciones principales. En primer lugar, sirve para proteger el poder adquisitivo, y en segundo lugar, sirve para mitigar el riesgo de una cartera (*World Gold Council*, 2013). Hay varias razones por las que un inversor busca invertir en oro. Hay inversores que tienen el objetivo de obtener un beneficio a corto plazo tras un aumento en el valor del oro, mientras que otros lo consideran una inversión a largo plazo (Šoja, 2019).

A continuación, queremos enumerar las distintas características que tiene el oro para cumplir con su rol en las carteras.

Una de las cualidades que hace que los inversores busquen incluir el oro en sus carteras es la creencia de que este no tiene correlación con otros tipos de activos. Esto lo diferencia de otros activos, que tras la globalización han experimentado un aumento en las correlaciones entre sí (Baur y Lucey, 2010). Esta baja correlación implica que el oro sirve para reducir la volatilidad de las carteras de inversión.

El artículo del *World Gold Council* (2013) *Why invest in gold? Gold's role in long-term strategies*, advierte de que una creencia errónea es que el oro es un activo de baja volatilidad. Mientras que el oro es menos volátil que otros activos con mayor riesgo, hay otros activos como los bonos que ofrecen menos volatilidad si se invierte en ellos de forma individual. Por eso, el poder de diversificación del oro es debido a su baja correlación con la mayoría de los activos, no a una volatilidad reducida.

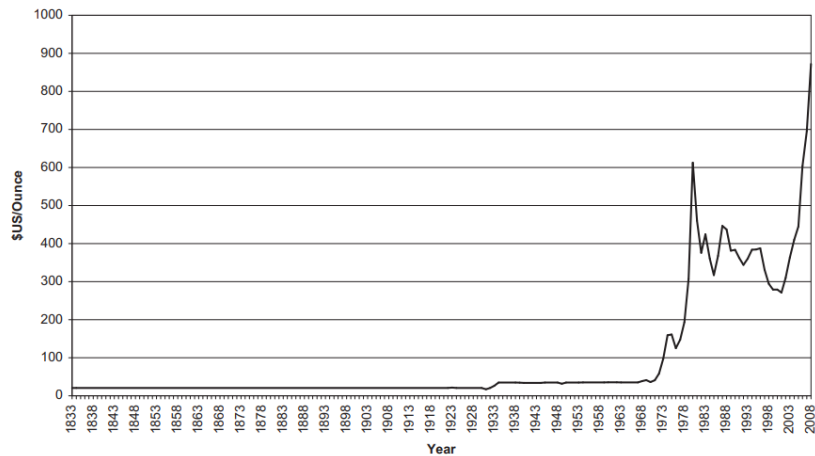
El oro se considera también un activo de calidad ya que invertir en él de forma directa no tiene riesgo de crédito, es decir, no existe el riesgo de impago. Un vendedor de oro carece de responsabilidad (*World Gold Council*, 2013).

Por último, el oro se caracteriza por ser un activo que proporciona liquidez, facilitando su compra y venta. Ya que el oro no paga intereses ni dividendos a sus inversores, su coste de transacción es mínimo. Esto implica que su valor no se ve tan reducido como el de otros activos al cambiar de manos. (Hinkel, 2021).

2.3 COMPORTAMIENTO DEL ORO Y SU EVOLUCIÓN DE PRECIOS

A lo largo de la historia, el oro ha experimentado fluctuaciones en sus precios. Creemos que es importante explicar en esta sección cuál ha sido la evolución de precios desde que se empezó a vender en los mercados financieros, y cuál es el comportamiento del oro dados diversos factores.

Figura 1. Evolución del precio nominal del oro en \$/onza desde 1833 a 2008



Nota. Tomado de Shafiee, S., & Topal, E. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. *Resources policy*, 35(3), 178-189.

Como indican S. Shafiee y E. Topal (2010), la **Figura 1** nos muestra cómo el oro tuvo hasta 1933 un valor constante de \$20/onza, y de 1934 a 1967 un valor de \$35/onza. A partir de 1967, el precio del oro comenzó a fluctuar y a aumentar significativamente ya que se empezó a comercializar en los mercados. En 2008, el valor del oro tuvo un incremento nunca visto alcanzando casi los \$1000/onza, dada la crisis de los mercados y la búsqueda de los inversores de un activo que los protegiera ante las pérdidas financieras.

Figura 2. Evolución del precio nominal del oro en \$/onza desde 2000 a 2022



Nota. Tomado de Dempsey, H. (2022, December 16). *Should retail investors buy gold?* Financial Times. Retrieved January 3, 2023, from <https://www.ft.com/content/629c60b7-d7ab-46ae-a460-986ee138ea2b>.

En la **Figura 2**, observamos el precio del oro desde comienzos del siglo XXI hasta la actualidad. En 2020, el oro experimentó un gran aumento de precio debido a la pandemia del COVID 19 hasta sobrepasar los \$2000/onza. Con los mercados alcistas en 2021 donde la compra de acciones ofrecía buenas rentabilidades el oro sufrió un decrecimiento en precio. Como indica H. Dempsey (2022) en *Financial Times*, actualmente el oro presenta una volatilidad elevada. En marzo 2022 alcanzó unos valores similares a los de la pandemia de 2020 debido a que los inversores buscaban invertir en un activo refugio para protegerse de la incertidumbre creada por la guerra en Ucrania y la crisis energética. Sin embargo, actualmente el precio del oro tiene fluctuaciones. La alta inflación e incertidumbre económica hace que la demanda por el oro crezca, pero la subida de tipos de interés por los bancos centrales implica que los inversores prefieran invertir en bonos del estado. De hecho, uno de los bancos centrales que más ha subido los tipos de interés ha sido la *Federal Reserve System*, haciendo que la demanda por el dólar incremente, y consecuentemente la demanda por el oro disminuya. Estos factores hacen que o bien el precio del oro suba, o bien baje respectivamente, siendo su valor muy cambiante en la actualidad.

2.4 FACTORES CLAVE EN LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DEL ORO

Los factores que influyen en el aumento del precio del oro se pueden dividir entre el corto plazo y el largo plazo.

Entre los factores a corto plazo, se encuentran las crisis económicas y los mercados bajistas. En estos periodos de incertidumbre e inestabilidad, los inversores buscan una alternativa que les sirva como protección, como es el caso del oro. Además, el oro se ha comprado también en el pasado como protección frente a la inflación y la devaluación del dólar. En estos periodos de tiempo, invertir en oro sirve para reducir las potenciales pérdidas por la reducción en el valor del dinero (Shafiee y Topal, 2010).

Los factores que incrementan el precio del oro a largo plazo son, en primer lugar, la disminución de producción minera, que reduce la oferta del oro en los mercados. En segundo lugar, podríamos hablar de la decisión de los inversores de tener oro en sus carteras por su atractiva liquidez en periodos de incertidumbre. Por último, señalar la

creación de los *ETFs* de oro, que han elevado la demanda del citado metal por su fácil comercialización desde 2010, aumentando también su volatilidad (Shafiee y Topal, 2010, Sipko y Sipkova 2014).

J. Sipko y H. Sipkova (2014) concluyen que existen varios factores macroeconómicos correlacionados entre sí que determinan el precio del oro, como pueden ser la inflación, el valor de los tipos de interés, las divisas y el precio del petróleo. Estos factores junto con la incertidumbre económica y las políticas monetarias afectan al precio del oro. Estos autores también determinan que ha habido un cambio de factores del precio del oro desde el siglo XX al siglo XXI. Mientras que en el siglo XX la cotización del dólar ha influenciado en el precio del oro, en el siglo XXI lo que de verdad ha afectado al oro ha sido el riesgo sistemático de los mercados y la cantidad de dinero circulante.

2.5 METODOLOGÍA DE INVERSIÓN EN ORO

Según el artículo de D.D. Treece (2022) en *Forbes Advisor*, existen cuatro formas principales para invertir en oro: invertir en oro físico, comprar acciones en compañías mineras de oro, invertir en *ETFs* y *mutual funds*, y por último a través de opciones y futuros.

1. La inversión en oro físico se puede realizar a través de la compra de lingotes, de monedas o de joyería. Una de las diferencias con las otras opciones es que en lugar de comprar en los mercados financieros, se trata con vendedores directos. Además, este tipo de inversión puede conllevar a otros costes de almacenaje o de seguros.
2. La compra de acciones de compañías mineras de oro se realiza en un mercado financiero a través de un bróker. Mientras que las fluctuaciones de los precios de las acciones están correlacionadas con el precio del oro, también se debe tener en cuenta que los movimientos se ven afectados por las perspectivas de crecimiento y rendimiento de la compañía.
3. Invertir en *ETFs* y *mutual funds* es una opción de gestión pasiva que proporciona más diversificación y liquidez que las opciones mencionadas previamente, ya que son índices que tienen en cuenta el precio del oro a través de futuros y de

movimientos en la industria. Sin embargo, no están totalmente relacionados con el precio del oro físico, por lo que su rendimiento puede variar.

4. La inversión en oro a través de opciones y futuros es la que más riesgo contiene, ya que su precio depende del activo subyacente, pero también la de mayor retorno posible. Mientras que un futuro da la obligación de comprar o vender en una determinada fecha a un precio acordado previamente, una opción no tiene la obligación, es decir, el inversor puede decidir si cerrar la transacción o no según las condiciones de mercado. Este tipo de inversión requiere una gestión activa y muy profesionalizada, se deben pagar comisiones en las plataformas de compraventa y a veces se necesita tener unos niveles de apalancamiento en caso de pérdida.

2.6 DIVERSIFICACIÓN DE CARTERAS

La diversificación de carteras se puede definir como un método utilizado para escoger en qué activos invertir, con el objetivo de reducir la volatilidad y el riesgo de una cartera. Se considera que una cartera está diversificada cuando los resultados negativos de unos activos están compensados por los resultados positivos de otros. Para lograr este objetivo, un inversor busca incluir en su cartera activos con correlación cercana a 0 o incluso negativa. De esta forma, la probabilidad de que los precios se muevan en la misma dirección es mínima. (*Corporate Finance Institute, 2022*).

Según el artículo de Clint Proctor (2022) en *Insider*, un inversor no busca diversificar su cartera para maximizar sus retornos, sino para obtener un menor riesgo, es decir, reducir la posibilidad de tener pérdidas en la cartera. Hay infinitas maneras de diversificar una cartera. Entre ellas, se encuentra la diversificación a través de la compra de acciones en distintas compañías, eligiendo entre distintas industrias o tamaños de empresa. También se puede diversificar a través de la elección de invertir en diferentes países. Por último, se puede diversificar a través de la compra de varios tipos de activos. Esto consiste en combinar las acciones y los bonos, también conocidos como activos tradicionales, con otros tipos de activos, como pueden ser los bienes inmobiliarios o las materias primas. En este trabajo nos vamos a centrar en la diversificación a través de distintos tipos de activos, ya que nuestro objetivo es estudiar la inclusión del oro en una cartera.

Clint Proctor (2022) en *Insider* también menciona cuáles son las desventajas de tener una cartera diversificada. Esto es que al tener un menor riesgo, también se obtiene un menor retorno. Por ello, cuando un inversor construye su cartera, debe considerar cuál es su perfil de riesgo y encontrar el balance deseado entre retorno y riesgo, teniendo en cuenta distintos factores como el horizonte temporal, la necesidad de ingresos y el tamaño de la cartera.

Existen distintas medidas estadísticas necesarias para analizar la diversificación óptima de una cartera. En primer lugar, queremos conocer cuál es la covarianza entre los activos de un *portfolio*. La covarianza mide cuál es la relación de movimiento entre dos activos. Es una métrica que analiza cómo dos activos se mueven juntos y en qué proporción. Si la covarianza es positiva, entonces los dos activos estudiados se mueven en la misma dirección, y si es negativa, en dirección contraria. Si queremos diversificar nuestra cartera y eliminar parcialmente el riesgo, queremos incluir activos que tengan una covarianza lo mínima posible (*Corporate Finance Institute, 2022*).

La covarianza entre un activo A y un activo B se puede calcular como la suma del producto de la diferencia entre los distintos valores que toma A y su media, y de la diferencia entre los distintos valores que toma B y su media, todo ello dividido entre el número de datos utilizado.

$$Cov(A, B) = \frac{\sum(A-\bar{A})(B-\bar{B})}{n} \quad (1)$$

A partir de la covarianza podemos calcular la correlación entre dos activos. La covarianza mide solo la dirección de la relación, pero no cómo de fuerte es esta relación. Por ello, es interesante calcular la correlación entre dos activos para analizar tanto la dirección como la fuerza de la relación de fluctuación. (*Corporate Finance Institute, 2022*). La correlación puede tomar valores entre -1 y 1, siendo -1 una correlación perfecta negativa, y 1 una correlación perfecta positiva. Una correlación de -1 indica que los dos activos se mueven siempre en dirección opuesta, y una correlación de 1 indica que se mueven siempre en la misma dirección. Una correlación cercana a 0 indica ausencia de correlación, es decir que no hay relación entre la fluctuación de los valores.

La correlación se calcula dividiendo la covarianza entre un activo A y un activo B, entre el producto de la desviación típica de cada uno de los activos.

$$\rho(A, B) = \frac{Cov(A, B)}{\sigma_A \sigma_B} \quad (2)$$

En la diversificación de carteras, una vez se conoce cuál es la covarianza y la correlación entre los distintos activos, es interesante también calcular el retorno esperado y el riesgo de una cartera.

En primer lugar, el retorno esperado de una cartera de inversión se define como la media ponderada de los retornos de cada uno de los activos de una cartera. La media se pondera por el peso sobre el valor total de la cartera de cada uno de los activos. (Levišauskait, 2010). La ecuación para dos activos A y B es la siguiente:

$$E_p(r) = w_A \times E_A(r) + w_B \times E_B(r) \quad (3)$$

El riesgo de una cartera se mide como la desviación típica del *portfolio*. Esta medida muestra cuál es la volatilidad de los distintos activos incluidos en la cartera. En otras palabras, mide la variación del retorno actual de los activos frente a su retorno esperado (Levišauskait, 2010).

De nuevo, si tenemos dos activos A y B, el riesgo de la cartera se puede obtener de la siguiente forma:

$$\sigma_p = (w_A^2 \times \sigma_A^2 + w_B^2 \times \sigma_B^2 + 2 w_A \times w_B \times \rho(A,B) \times \sigma_A \times \sigma_B)^{1/2} \quad (4)$$

Donde:

- w_A y w_B es la proporción del total valor de la cartera para el activo A y activo B respectivamente, y
- σ_A^2 y σ_B^2 es la varianza para el activo A y activo B respectivamente.

Podemos observar que si un inversor quiere obtener un mayor retorno, es tan fácil como aumentar el peso que se le da al activo con mayor retorno esperado. Sin embargo, en la práctica los inversores no actúan de esta manera ya que se debe tener en cuenta el riesgo de la cartera. Para calcular el riesgo de la cartera no se utiliza una media ponderada, sino se debe tomar en cuenta también la relación entre los activos, por ello obtener la cartera óptima no es tan sencillo.

Contamos con distintas ratios que facilitan la elección de activos a incluir en una cartera. *The Economic Times* (n.d) define ‘*Sharpe Ratio*’ como un valor que mide el retorno ajustado por el riesgo de una cartera. Es una ratio que compara el retorno con el riesgo de una inversión, y muestra cuánto retorno adicional se obtiene con mayor riesgo. Esta ratio, nombrado así por su creador ganador de un premio Nobel, William F Sharpe, se utiliza

para analizar cuál es la mejor inversión entre distintos activos o carteras. Mayor ‘*Sharpe Ratio*’ indica mejor rendimiento.

La fórmula de ‘*Sharpe Ratio*’ es la siguiente:

$$\text{Sharpe Ratio} = (R_p - R_f) / \sigma_p \quad (5)$$

Donde:

- R_p es el retorno de la cartera,
- R_f es el retorno libre de riesgo, y
- σ_p es la desviación típica del retorno en exceso de una cartera.

La fórmula matemática confirma que si incluimos activos en una cartera que tengan una correlación cercana a 0 o negativa, el riesgo de una cartera disminuye y ‘*Sharpe Ratio*’ aumenta, obteniendo así una mejor inversión.

Una alternativa a ‘*Sharpe ratio*’ es ‘*Treynor Ratio*’, que se diferencia de ‘*Sharpe Ratio*’ en el denominador utilizado. En este caso, el denominador es la beta del *portfolio*, es decir, cómo de sensible es la cartera a fluctuaciones en los mercados. De esta forma, el riesgo sistemático de la cartera se tiene en cuenta. Mayor ‘*Treynor Ratio*’ indica un mejor rendimiento ajustado por el riesgo. (*The Economic Times*, n.d.).

La fórmula de ‘*Treynor Ratio*’ es la siguiente:

$$\text{Treynor Ratio} = (R_p - R_f) / \beta \quad (6)$$

Donde:

- R_p es el retorno de la cartera,
- R_f es el retorno libre de riesgo, y
- β es la beta de la cartera.

2.7 DIFERENCIAS ENTRE UN ACTIVO DE COBERTURA Y UN ACTIVO REFUGIO

Las definiciones que se van a presentar a continuación son muy relevantes para el trabajo ya que uno de los objetivos de nuestra síntesis es analizar si el oro tiene un rol de activo de cobertura o activo refugio frente a otros activos. Es muy importante conocer la

diferencia entre estos dos términos para entender los resultados de nuestra revisión de literatura.

Un activo de cobertura se caracteriza por tener una correlación negativa o no estar correlacionado con otros activos. Esta característica es cierta en media, es decir, puede tener una correlación positiva con otros activos en periodos de tiempo inestables y correlación negativa en tiempos normales. Por ello, que un activo sea de cobertura no garantiza la protección en tiempos de crisis (Baur y Lucey, 2010).

Por otro lado, un activo refugio presenta las mismas características de no correlación o correlación negativa, pero solo en tiempos de mercado agitados o de crisis, no en media. En otros términos, es un activo que experimenta una subida de precio mientras que el precio de otros activos baja, compensando a los inversores por sus pérdidas en tiempos de mercado bajista. (Baur y Lucey, 2010).

Como menciona el artículo del *Corporate Finance Institute* (2022), cuando el mercado es volátil, un activo refugio es una buena opción de protección y diversificación de carteras. Si se incluye en una cartera, el valor de la inversión no se verá reducido en tiempos de crisis. Esto se consigue gracias a las características que tiene este tipo de *asset*. Es un activo líquido, con oferta limitada y demanda continua en el largo plazo. Su rendimiento es bueno en el largo plazo y tiene permanencia en términos de calidad.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

En esta sección del trabajo se va a llevar a cabo una revisión de literatura para analizar cuál es el debate sobre el rol del oro en las carteras de inversión, poniendo el foco en si los autores concluyen que el oro tiene un papel de activo refugio o de cobertura frente a otros activos, y de si un inversor debe incluir el oro o no en sus carteras. Por ello, la revisión de literatura se divide en dos secciones, en función de las dos preguntas de investigación que nuestro trabajo quiere responder. Primero, se comparan los resultados obtenidos de las publicaciones académicas escogidas acerca del comportamiento del oro frente a la renta variable, a la renta fija, y la incertidumbre económica e inflación. Segundo, se analizan los artículos que estudian la construcción de una cartera óptima con oro.

Se adjunta la **Tabla 1** a modo resumen con las distintas publicaciones académicas revisadas y sus principales características. Previamente hemos explicado en la metodología las razones porque se han escogido estos artículos y no otros. Estas eran que los artículos fueran en inglés, redactados entre 2010 y la actualidad, que incluyesen algún tipo de análisis cuantitativo, y que incluyesen comparativas del oro con otros activos o índices.

Queremos profundizar en las razones que han llevado a la elección de estos artículos y no de otros. En primer lugar, creemos que es de especial relevancia que los artículos comparen el oro con las acciones, los bonos, y la incertidumbre económica. Pensamos que estas comparativas son las más relevantes porque la renta variable y la renta fija son los activos que más creemos que se encuentran en las carteras de los inversores y los que componen los mercados más importantes. Además, como hemos visto en nuestro marco teórico, actualmente la situación macroeconómica es muy impredecible, por lo que tener en cuenta el entorno en el que se mueven los mercados es de especial relevancia. También, todos los artículos seleccionados abarcan periodos de tiempo similares, y algunos incluso subperiodos para ver las diferencias entre distintas fases de mercado. Cada uno de los artículos utiliza unos índices de activos diferentes y metodologías diferentes, lo que hace que la comparativa sea mas enriquecedora y que se puedan sacar conclusiones de estudios comparables pero lo suficiente diferentes entre ellos.

Queremos también dar detalles de por qué cada artículo en concreto ha sido seleccionado. Hemos seleccionado el artículo de Baur y Lucey (2010) *Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An analysis of Stocks, Bonds and Gold*, porque, a pesar de no ser tan actual como el resto, fue un estudio novedoso en 2010. Sus autores nos indican que cuando se redactó no existía literatura que analizase la cuestión al detalle y que utilizase un modelo econométrico para ello. Además, nos ha parecido muy útil las definiciones que estos autores dan de un activo refugio y cobertura, las cuáles se han utilizado para basar una de las preguntas de investigación.

El segundo artículo seleccionado ha sido *Portfolio diversification during Covid-19 Outbreak: is gold a hedge and a safe-haven asset?* de B. Đorđević et al. (2022). Este artículo es de especial importancia por diversos motivos. Primero, enmarca el comportamiento del oro en el entorno de la crisis del 2020, una de las más recientes. Cómo queremos tener en cuenta la incertidumbre económica en nuestro trabajo, era necesario incluir un trabajo que se centrara en este periodo de tiempo. Segundo, porque utiliza un modelo estadístico de tipo GARCH y la Teoría Moderna de Carteras, además de incluir el *bitcoin* como activo en la cartera óptima. Creemos que el *bitcoin* es un activo novedoso de la actualidad y es muy relevante que la publicación académica lo tenga en cuenta.

Gold in investment portfolio from perspective of European Investor de T. Šoja (2019) es nuestro tercer artículo analizado. Creemos interesante incluir esta obra ya que, como nos indica el artículo y como hemos podido comprobar a través de la búsqueda de publicaciones, existe poca literatura que analice esta pregunta de investigación desde una perspectiva de inversor europeo y en el horizonte temporal analizado, que como explicaremos más adelante, estudia los periodos antes y después de la crisis financiera del 2008.

El cuarto artículo seleccionado es *Gold Price Dynamics and the Role of Uncertainty* de Beckmann et al. (2019). Creemos que este artículo es muy novedoso por la metodología que utiliza de *wavelet analysis* y *copula approach*, que combinan el análisis a corto y largo plazo de los retornos del oro y otros activos, con las relaciones que estos tienen en distintas fases de mercado. Creemos que es un artículo muy completo y que aporta mucha información, con la inclusión de diversos índices para medir la incertidumbre económica.

Finalmente, el último artículo incluido es el de Ortiz et al. (2021) denominado *Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons*. Además de ser un artículo reciente, vemos muy interesante que este enfocado solo en la inflación. En los mercados actuales, la inflación es un tema muy relevante, por lo que es de especial importancia incluir una publicación que trate el tema. Se ha escogido en concreto este artículo y no otro porque hemos visto interesante que tenga en cuenta nueve periodos de tiempo de *holding* del oro en las carteras, desde un mes a quince años, un amplio abanico que se adapta a las distintas estrategias de inversión de los inversores.

Tabla 1. Resumen de resultados de la revisión de literatura

PUBLICACIÓN ACADÉMICA	AUTOR(ES) Y AÑO DE PUBLICACIÓN	ESTADO DE LA CUESTIÓN	METODOLOGÍA	DATOS EMPLEADOS	HORIZONTE TEMPORAL	RESULTADOS
<i>Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An analysis of Stocks, Bonds and Gold</i>	Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010).	Averiguar si el oro tiene propiedades de activo refugio o de cobertura frente a los bonos y a las acciones.	Modelo de regresión entre retornos diarios del oro, y acciones y bonos de los Estados Unidos, Reino Unido y Alemania. Análisis de carteras para averiguar cómo de rentable es para un inversor tener oro en tiempos de crisis.	Precios diarios de índices de acciones y de bonos MSCI en la divisa correspondiente, y el precio del oro en dólares, pero convertido a la divisa correspondiente si es necesario.	30 noviembre 1995 - 30 noviembre 2005	El oro tiene propiedades de activo de cobertura y refugio frente a las acciones en los tres países. El oro no tiene propiedades ni de cobertura ni de activo refugio frente a los bonos en los tres países. La propiedad de activo refugio solo se da a corto plazo.
<i>Portfolio diversification during Covid-19 outbreak: is gold a hedge and a safe-haven asset?</i>	Đorđević, B., Vitmir, J., & Živanović, V. (2022)	Confirmar si el oro se puede utilizar como activo refugio o de cobertura en una cartera compuesta por diversos índices de acciones y <i>bitcoin</i> .	Modelo estadístico de tipo GARCH DCC con el oro como variable dependiente, e índices y <i>bitcoin</i> como variables independientes. Teoría Moderna de Carteras para identificar <i>portfolio</i> óptimo.	Cotización mensual del oro e índices S&P 500, NIKKEI 225, STOXX 600, SSE Composite Index y SZSE Component Index, además de la criptomoneda <i>bitcoin</i> .	Marzo 2020 - mayo 2021	El oro tiene propiedades de activo refugio en épocas de crisis y de subidas de mercado. El oro también tiene propiedades de activo de cobertura, y se debe incluir en gran proporción en la cartera para obtener una diversificación adecuada.

PUBLICACIÓN ACADÉMICA	AUTOR(ES) Y AÑO DE PUBLICACIÓN	ESTADO DE LA CUESTIÓN	METODOLOGÍA	DATOS EMPLEADOS	HORIZONTE TEMPORAL	RESULTADOS
<i>Gold in Investment Portfolio from Perspective of European Investor</i>	Šoja, T. (2019)	Descubrir cuál es la proporción óptima de oro que debería un inversor europeo incluir en su cartera.	Teoría Moderna de Carteras para combinar el oro con el índice Euro Stoxx50 y el índice EG05.	Cotización mensual del oro e índices Euro Stoxx 50 y EG05.	Enero 2000 - diciembre 2017	Un inversor europeo debe incluir en su cartera una proporción de oro de entre el 1% y el 9%. El oro tiene papel diversificador para inversores conservadores y agresivos.
<i>Gold Price dynamics and the role of uncertainty</i>	Beckmann, J., Berger, T., & Czudaj, R. (2019)	Analizar si el oro tiene propiedades de activo refugio o de cobertura frente a las acciones, los bonos y los cambios de divisa, cuestionando si el rol del oro ha cambiado a lo largo de la historia, y si su precio está afectado por la incertidumbre.	<i>Wavelet Analysis y Copula approach</i> , para tres subperiodos de tiempo.	Precio del oro en términos diarios, mensuales y semanales, en diversas divisas. Índices de bonos de 9 países, y sus cambios de divisa frente al dólar. Índices de incertidumbre.	1985-2014	El rol del oro ha cambiado desde la crisis financiera a mayor correlación con otros activos y reduciendo su uso para protegerse de la incertidumbre, perdiendo fuerza en las características de activo refugio y de cobertura.
<i>Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons</i>	Ortiz, J., Su, C., & Xu, Y. (2021)	Analizar si el oro sirve cómo activo de cobertura frente a la inflación, teniendo en cuenta la duración del periodo de tiempo en el que se tiene el oro en cartera.	<i>Fourier Unit Root Test</i> , teniendo en cuenta 9 periodos de tenencia de oro en la cartera.	Retorno real del oro en términos mensuales e índice CPI.	Enero 1978 - octubre 2016	El oro se puede utilizar como activo para protegerse frente a la inflación en el corto y largo plazo.

(Continuación **Tabla 1**)

3.1 ¿TIENE EL ORO UN PAPEL DE ACTIVO REFUGIO O DE COBERTURA?

3.1.1 EL CASO DEL ORO FRENTE A LAS ACCIONES

En primer lugar, uno de los temas de los cuales se quiere analizar cuál es el sentir actual en las publicaciones académicas es el papel del oro frente a las acciones. Queremos analizar esta función en nuestro trabajo porque las acciones son uno de los activos que más suelen incluir los inversores en sus carteras, siendo pues habitual que estos combinen el oro con este tipo de activos. Sobre este tema obtenemos resultados de varios autores incluidos en la revisión de literatura.

En la obra *Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An analysis of Stocks, Bonds and Gold* de D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) se analiza si el oro tiene un papel de activo refugio o de activo de cobertura frente a las acciones y los bonos de tres países: Estados Unidos, Reino Unido y Alemania. El trabajo utiliza una metodología de carácter econométrico, y se basa en crear un modelo de regresión teniendo como variable dependiente el retorno del oro, y como variables independientes los retornos de las acciones y de los bonos, además de unas variables interactivas que analizan la propiedad de activo refugio. El análisis se lleva a cabo con datos diarios de los índices MSCI, en divisa local, de acciones y bonos para Alemania, Estados Unidos y Reino Unido, además del precio del oro en Estados Unidos. El precio del oro se presenta en dólares, pero se convierte a la divisa correspondiente para tener en cuenta la perspectiva de un inversor estadounidense, alemán o inglés. Los datos corresponden a un horizonte temporal entre el 30 de noviembre de 1995 al 30 de noviembre de 2005. En este apartado nos vamos a centrar solo en los resultados frente a las acciones, mientras que en el siguiente apartado analizaremos los resultados frente a los bonos.

Los resultados numéricos en detalle del estudio de D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) se pueden encontrar en el anexo en la **Tabla 2**, donde un valor de cero o negativo en los coeficientes b_1 o c_1 indica que el oro es un activo de cobertura frente a las acciones o bonos respectivamente. Para analizar la propiedad de activo refugio se utiliza la suma de b_1 y b_2 , y c_1 y c_2 . Si la suma es cero o negativa, esto indica que el oro no tiene correlación o tiene correlación negativa con las acciones o los bonos en bajadas extremas de mercado, por lo que funciona como activo refugio. Hay que tener en cuenta que la suma es

acumulativa, es decir, para una bajada mayor al cuantil del 1% debemos sumar todos los coeficientes de los cuantiles anteriores también.

A partir de estos datos, los autores D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) concluyen que el oro tiene función de activo de cobertura frente a las acciones solamente en Estados Unidos y Reino Unido, pero no en Alemania. Analizando si el oro tiene papel de activo refugio frente a las acciones, el oro solo funciona como activo refugio frente a las acciones si las bajadas de mercado se encuentran en los cuantiles 2.5% y 1% en los tres países.

D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) también analizan las correlaciones teniendo en cuenta si el periodo de mercado es alcista o bajista, para analizar si el oro cumple distinta función dependiendo de las condiciones de mercado. Para ello dividen los datos en tres grupos: periodo alcista de noviembre de 1995 a marzo del 2000, periodo bajista de marzo del 2000 a marzo del 2003, y por último mercado alcista de marzo del 2003 a noviembre del 2005. Los resultados son mostrados solo para Estados Unidos, y podemos observarlos en la **Tabla 3** del anexo. Se puede concluir aquí que mientras que para periodos de mercados bajistas los coeficientes demuestran de forma significativa que el oro tiene papel de activo refugio y de cobertura frente a las acciones, en los mercados alcistas no se da el caso.

Otro autor que nos proporciona detalles sobre el comportamiento del oro frente a las acciones es T. Šoja (2019) en su publicación *Gold in Investment Portfolio from Perspective of European Investor*. Este artículo está más enfocado en analizar cuál es la proporción óptima de oro a incluir en una cartera, y se analiza más en detalle en el apartado correspondiente del TFG. Sin embargo, sus resultados nos dan conocimientos también del oro frente a las acciones. Se utiliza en el trabajo el índice de acciones Euro Stoxx50, compuesto por las 50 compañías más rentables en Europa y el precio del oro en dólares, para un periodo de enero del 2000 a diciembre del 2017, con datos mensuales.

T. Šoja (2019), en la **Tabla 4** y la **Tabla 5** del anexo, muestra diversas variables que comparan el oro con el índice EURO STOXX50. La **Tabla 4** nos muestra que entre enero del 2000 y diciembre del 2017, el oro tiene mayores retornos (*mean*) pero menor volatilidad (*StDev*) que las acciones. Además, la frecuencia de retornos negativos es ciertamente más elevada pero muy similar para las acciones (46,30%) que para el oro (44,91%). Por último, el riesgo es algo mayor para las acciones que para los bonos. La **Tabla 5** para el periodo entre 2007 y 2017, es decir, para la crisis financiera, muestra que el oro sigue presentando mayor retorno medio, pero en este caso mayor volatilidad. La

frecuencia de retornos negativos y el riesgo sigue siendo algo menor para el oro que para las acciones.

En la publicación académica de T. Šoja (2019) también obtenemos un análisis de las correlaciones entre el oro y las acciones, que nos permiten sacar conclusiones sobre si este tiene papel de activo refugio o de cobertura. Los resultados numéricos se pueden ver en el anexo en las **Tablas 6 y 7**. Para el periodo completo de 17 años, el oro tiene correlación negativa pero no muy fuerte (-0,09) con las acciones, es decir, se mueven de forma opuesta. Para el periodo de crisis, el oro tiene la misma correlación negativa con las acciones. Esto nos demuestra que según este estudio, las propiedades del oro frente a las acciones son iguales en tiempos de mercado normales y en tiempos de crisis económicas. El oro por lo tanto mantiene su papel diversificador en ambos casos. Además, atendiendo a las definiciones que nos dan D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) sobre un activo refugio y uno de cobertura explicados en el marco teórico, podemos concluir que el oro frente a las acciones tiene un papel de activo de cobertura (correlación negativa en media para periodos estables e inestables de mercado) y de activo refugio (correlación negativa en mercados agitados)

El artículo de Beckmann et al. (2019) titulado *Gold Price dynamics and the role of uncertainty*, es otra publicación que nos ofrece conocimiento sobre el oro frente a las acciones. El objetivo del artículo es analizar si el oro tiene propiedades de activo refugio o de cobertura frente a distintos activos, cuestionando si el rol del oro ha cambiado a lo largo de la historia, si su precio está afectado por la incertidumbre y si hay relaciones existentes en el tiempo entre el oro y las acciones, bonos y cambios de divisa. En este apartado nos centramos solo en la parte de acciones.

Para los datos del oro de este estudio, se utiliza su precio denominado en diferentes divisas. Se incluyen también índices de acciones para nueve distintas geografías, con el objetivo de tener en cuenta distintas economías. Los países incluidos están Estados Unidos, Alemania, Japón, Inglaterra, Canadá, India, China, Sudáfrica y Australia. Todo ello se recoge para un periodo de 1985 a 2014 y en datos diarios, semanales, y mensuales, de los cuales se calculan retornos. El periodo de tiempo se analiza en tres subperiodos, divididos en función de los ciclos del oro, y que abarcan de 1989 al 2000, del 2001 al 2008, y finalmente del 2008 al 2014. Al utilizar subperiodos, el estudio permite sacar conclusiones sobre el rol del oro tanto en el corto como en el largo plazo (Beckmann et al., 2019).

La metodología se basa en fusionar dos técnicas. La primera técnica utilizada es la denominada *wavelet analysis*, la cual tiene como función dar la capacidad de examinar tanto a corto como a largo plazo los retornos del oro y de los distintos activos. La segunda técnica es la de *copula approach*, que permite considerar fluctuaciones extremas en los precios. De esta forma, la metodología sirve para estudiar cuál es la relación entre el oro y los demás activos en distintas fases de mercado (bajadas y subidas) (Beckmann et al., 2019).

Beckmann et al. (2019) explican en su artículo académico que *copula approach* se interpreta como el coeficiente de correlación, es decir, toma valores entre -1 y 1, y cuanto más extremo el valor, la correlación es más fuerte entre los dos activos analizados. Este método tiene además otra propiedad que es que a través de los grados de libertad, se puede saber cuál es la dependencia entre los retornos y las situaciones extremas de mercado. En otras palabras, se puede averiguar si el oro tiene propiedad de activo refugio o de cobertura. Si el valor de los grados de libertad es alto, el oro actúa como activo de cobertura, ya que su retorno depende de las condiciones normales de mercado, mientras que si los grados de libertad toman un valor más bajo, el oro tiene propiedades de activo refugio, porque su retorno depende de condiciones anormales de mercado.

Analizamos los parámetros *copula* que presentan los autores para los retornos del oro frente a las acciones a través de la **Tabla 8**. En esta tabla observamos a la izquierda los retornos y grados de libertad para datos diarios, y a la derecha los retornos para datos mensuales. Podemos concluir que tanto para datos diarios como para datos mensuales, la dependencia del oro de las acciones es muy baja, ya que los valores observados son muy cercanos a 0. Este patrón se da para todas las economías analizadas y para todos los subperiodos de tiempo. Podríamos decir que para los datos mensuales se observa un poco más de relación entre los dos activos analizados, además de cierta mayor relación en el último subperiodo después de la crisis.

En términos de grados de libertad, para determinar si el oro tiene función de activo refugio o de cobertura frente a las acciones, observamos en la **Tabla 8** del anexo que para los datos diarios los grados de libertad toman principalmente valores bajos, indicando que el oro podría tener función de activo refugio frente a las acciones diariamente. Por otro lado, los grados de libertad para los datos mensuales toman valores mucho más altos, alcanzando 100.000 en diversas ocasiones. De aquí podemos concluir que el oro puede tener propiedades de activo de cobertura frente a las acciones mensualmente.

Podemos concluir en este apartado que el sentir de D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) es que el oro tiene un papel de activo refugio frente a las acciones en los tres países analizados, pero papel de activo de cobertura frente a las acciones únicamente en Reino Unido y Estados Unidos, no en Alemania. Por otro lado, según T. Šoja (2019), en Europa, atendiendo a las correlaciones del oro frente al Euro Stoxx50, el oro tiene propiedades de activo refugio y de cobertura frente a las acciones en tiempos de crisis y en media. Sin embargo, Beckmann et al. (2019) concluyen que el rol del oro ha cambiado desde antes de la crisis financiera a después, ya que su correlación con las acciones ha incrementado después de 2008. Por ello, el oro ha perdido fuerza en sus propiedades como activo refugio o de cobertura frente a las acciones. El sentir general del tema es que se puede decir que el oro ha tenido en el pasado propiedades de activo refugio y de cobertura frente a las acciones, y que las puede mantener en la actualidad, aunque dependiendo de la economía en la que estos activos se muevan, y del periodo de mercado en el que se encuentren.

3.1.2 EL CASO DEL ORO FRENTE A LOS BONOS

El segundo activo frente al cual creemos interesante analizar el rol del oro es frente a los bonos. Hay una creencia en los mercados sobre que los bonos también se pueden comprar con función diversificadora para protegerse en tiempos de crisis, teniendo propiedades más similares al oro. Por ello, queremos estudiar cómo se comporta el oro combinado con este tipo de activo.

En esta parte de la revisión de literatura, incluimos también el trabajo de *Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An analysis of Stocks, Bonds and Gold* de D.G. Baur y B.M. Lucey (2010). En el apartado anterior se ha explicado en detalle cómo este trabajo busca analizar el papel del oro como activo refugio o de cobertura frente a las acciones y bonos en Estados Unidos, Reino Unido y Alemania, utilizando un modelo de regresión econométrico. Aquí nos vamos a centrar en las conclusiones obtenidas del oro frente a los bonos, y de nuevo se pueden encontrar los resultados numéricos en la **Tabla 2** y **Tabla 3** del anexo.

D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) concluyen que el oro solo tiene papel de activo de cobertura en Alemania, pero no en los demás países. Además, en Alemania y Estados

Unidos el oro tiene papel como activo refugio para el cuantil del 5%, pero no para el resto de los cuantiles de mercado. Para Reino Unido el oro nunca funciona como activo refugio frente a los bonos. En el análisis que realizan separando por subperiodos de mercado, el oro solo tuvo papel de activo de cobertura frente a los bonos en el mercado alcista de noviembre 1995 a marzo del 2000.

T. Šoja (2019), en su trabajo para estudiar la proporción óptima de oro a incluir en una cartera, también nos presenta resultados interesantes del comportamiento del oro frente a los bonos, tanto en media (enero del 2000 a diciembre del 2017), como en tiempos de crisis (enero del 2007 a diciembre del 2017). Para ello, compara el precio del oro en dólares con el del índice de bonos de la zona Euro EG05, que incluye bonos con un *rating* de inversión y vencimiento entre 1 y 10 años. A partir de los resultados de las **Tablas 4 y 5** del anexo, observamos que, para los 17 años, el oro ofrece mayores retornos (0,82%) que los bonos (0,36%), pero también mayor volatilidad (4,87% vs. 0,81%). La frecuencia de retornos negativos y el riesgo son mucho mayores para el oro que para los bonos. En el periodo específico de la crisis financiera del 2008, los resultados son similares. El oro sigue presentando mayores retornos (0,69%) que los bonos (0,33%), su volatilidad es mayor, y su frecuencia de retornos negativos y riesgo también mayores. Las diferencias absolutas además entre cada métrica para el oro y los bonos son muy similares tanto en el periodo completo como en el subperiodo de crisis.

Respecto a las correlaciones entre oro y bonos que nos muestra T. Šoja (2019), la correlación entre el oro y EG05 es de 0,08 en el periodo completo, y de 0,09 en el periodo de la crisis. Aquí, según las definiciones que conocemos de activo refugio y de cobertura, como en ambos casos la correlación entre oro y bonos y ligeramente positiva, el oro no tiene propiedades de activo refugio ni de cobertura.

Beckmann et al. (2019) en *Gold Price dynamics and the role of uncertainty*, también analizan cómo ha evolucionado la relación del oro con los bonos a lo largo del tiempo, en concreto entre 1985 a 2014. Se utilizan índices de bonos para nueve geografías, y los datos son diarios, semanales y mensuales. La metodología utilizada y cómo interpretar los datos se ha presentado previamente en el apartado del caso del oro frente a las acciones.

La tabla que presentan Beckmann et al. (2019) para el análisis del oro frente a los bonos es la **Tabla 9** del anexo. Aquí, observamos en primer lugar, que, mientras que en el primer

subperiodo la correlación entre los retornos es baja y cercana a 0, la relación entre ambos activos es algo mayor a medida que nos acercamos más hacia el periodo de la crisis financiera, dónde podemos observar correlaciones más fuertes sobre todo para los datos mensuales.

Para averiguar las propiedades del oro frente a los bonos, observamos los grados de libertad presentados en la **Tabla 9** del anexo. Esto nos indica que frente a los bonos y en especial en términos diarios, el citado metal tiene propiedades activo refugio (grados de libertad bajos) en el periodo más actual, mientras que tiene función de activo de cobertura (grados de libertad altos) en el resto de los subperiodos.

Si juntamos todos los resultados explicados en este apartado podemos concluir lo explicado a continuación sobre el rol del oro frente a los bonos. D.G. Baur y B.M. Lucey (2010) tienen el sentir de que el oro no tiene propiedad significativa ni de activo refugio ni de cobertura en la mayoría de los casos frente a los bonos. Estos resultados son similares a los de T. Šoja (2019), que según las correlaciones calculadas, muestra que el oro no funciona ni como activo refugio ni de cobertura frente a los bonos. Beckmann et al. (2019) concluyen que el rol del oro también ha cambiado frente a los bonos de antes a después de la crisis del 2008, con mayor correlación entre oro y bonos después de la crisis. Estos autores sin embargo si que dicen que el oro ha tenido propiedades de activo refugio y de cobertura en el pasado. El sentir general del rol del oro frente a los bonos es que el metal citado no tiene propiedades ni de activo refugio ni de cobertura, ya que ambos activos tienen comportamientos similares. Además, la correlación entre oro y bonos se intensificó después de la crisis financiera, y todo apunta a que ambos son incluidos en las carteras de inversión con el objetivo de reducir el riesgo.

3.1.3 EL CASO DEL ORO FRENTE A LA INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE ECONÓMICA

Hemos analizado previamente cómo se comporta el oro frente a la renta variable y la renta fija, dos de los activos más comprados por los inversores para completar sus carteras de inversión. Además de considerar importantes estos dos activos, como queremos que nuestro trabajo se pueda relacionar con la actualidad lo máximo posible, y proporcionar *findings* útiles para los inversores, creemos que la inflación e incertidumbre económica

son temas muy relevantes en los mercados actuales. Es por ello, que estudiar el comportamiento del oro frente a estas dos variables es de extrema importancia.

En primer lugar, analizamos el *paper* escrito por J. Ortiz, C. Su y Y. Xu (2021), denominado *Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons?*. Este estudio se centra en analizar si el oro sirve como activo de cobertura frente a la inflación, teniendo en cuenta la duración del periodo de tiempo en el que se tiene el oro en cartera. Se utiliza para ello el retorno real del oro, es decir, el retorno del oro teniendo en cuenta la inflación, y se analiza si este es constante. Esto es porque, si se diese el caso en el que el oro tiene un papel de activo de cobertura frente a la inflación, su retorno real debe ser constante (Ortiz et al., 2021).

La metodología utilizada en este trabajo consiste en la prueba de raíz unitaria, o *unit root test*. Este test consiste en investigar si una serie temporal, en nuestro caso la evolución del precio del oro, es estacionaria o no. Una serie se define como estacionaria cuando no hay cambios en su forma dado un cambio en el tiempo. Si hay una raíz unitaria en la serie, es decir, si hay un cambio abrupto en la serie, se dice que es no estacionaria, y que es difícil predecir su evolución. (*Statistics How To*, n.d.)

Además, se combina este método con la transformada de Fourier. Según nos indican Ortiz et al. (2021), este *approach* es novedoso porque sirve para identificar las características de los cambios estructurales en el modelo analizado, es decir, conocer si hay cambios no esperados en el modelo, con el objetivo de reducir los errores.

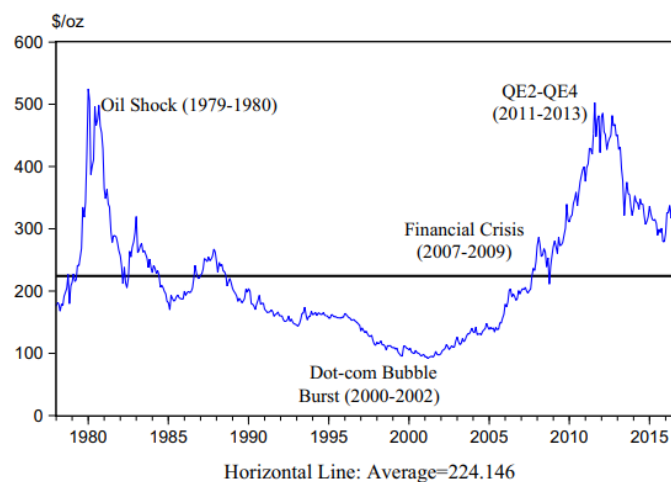
Los periodos de tiempo considerados para los que se puede mantener el oro en la cartera son nueve: un mes, seis meses, un año, dos años, tres años, cuatro años, cinco años, diez años y quince años.

Los datos de retornos del oro analizados son mensuales, y abarcan el periodo entre enero de 1978 y octubre de 2016. Se utilizan los datos del precio del metal en dólares del *London Gold Market*. Además, para analizar la inflación, se ha escogido el índice CPI, para el mismo periodo de tiempo.

Antes de entrar en el análisis empírico principal del trabajo, los autores nos presentan con dos formas de empezar a extraer conclusiones sobre si el oro tiene función de activo de cobertura frente a la inflación. En primer lugar, Ortiz et al. (2021) examinan los movimientos del precio real del oro en la historia. Como ya sabemos por haberlo

mencionado antes, el precio del oro es volátil. Esto mismo nos muestra la **Figura 3** extraída del artículo. Aquí podemos observar que a lo largo del tiempo, el oro ha experimentado muchas fluctuaciones, alcanzando máximos por encima de los 500 \$/onza en 1979, hasta mínimos por debajo de los 100 \$/onza en la crisis del 2000. El gráfico nos muestra que durante este periodo de tiempo el precio del oro ha sido de 224,15 \$/onza en media. De este primer examen, vemos que el oro no tiene un poder diversificador frente a la inflación a corto plazo, dada su alta volatilidad.

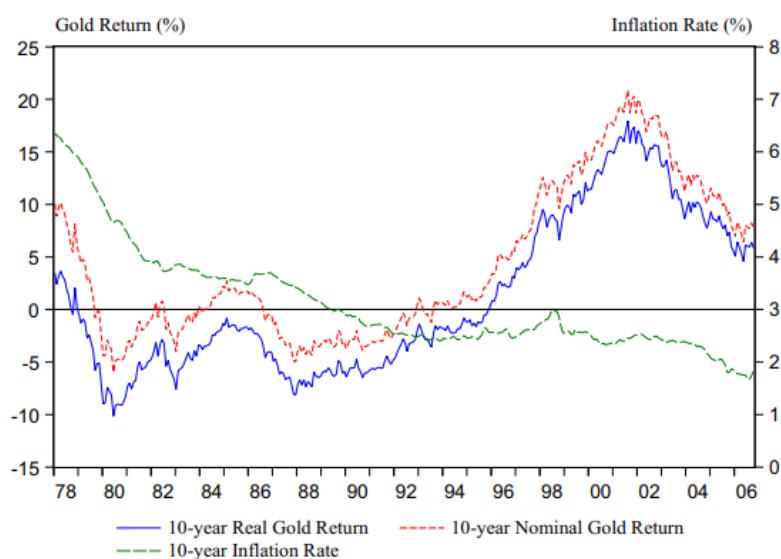
Figura 3. Retorno mensual del oro de 1978 a 2016 en \$/onza



Nota. Tomado de Ortiz, J., Su, C., & Xu, Y. (2021). Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons?. *Empirical Economics*, 60, 1175-1189.

En segundo lugar, después de observar el comportamiento del oro para datos mensuales, Ortiz et al. (2021) pasan a analizar cómo ha evolucionado el retorno del oro a 10 años, y compararlo con el índice CPI a 10 años. Esta evolución se presenta en la **Figura 4**. Primero, podemos ver que la fluctuación del oro, tanto nominal como real, es mucho mayor que la de la inflación. Además, el retorno real y nominal siguen el mismo movimiento. Esto implica que el cambio en el precio nominal del oro se debe en gran parte al cambio en el precio real, en lugar de por la inflación. Por último, vemos cómo en la primera parte del periodo incluido en el gráfico el retorno del oro era negativo, demostrando que, a largo plazo, el oro carecía de propiedades de activo de cobertura frente a la inflación (Ortiz et al., 2021).

Figura 4. Evolución del retorno nominal y real del oro, y del índice CPI a largo plazo



Nota. Tomado de Ortiz, J., Su, C., & Xu, Y. (2021). Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons?. *Empirical Economics*, 60, 1175-1189.

En la parte principal del artículo académico, se utiliza el *Fourir unit root test*. Ortiz et al. (2021) nos explican que, como se puede ver en las **Figuras 3 y 4** de nuestro trabajo, el retorno del oro está afectado por los cambios macroeconómicos, y por ello, se utiliza este método. Se concluyen diversos puntos. Primero, que existen para todas las posibilidades de mantener el oro en la cartera (de un mes a 15 años) cambios en la estructura de los retornos del oro. Segundo, que el oro es un buen activo refugio frente a la inflación para todos los periodos de tenencia, porque sus retornos son estacionarios, Esto podemos verlo en la **Tabla 10** del anexo. La interpretación de los valores indica que se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 1% de que existan raíces unitarias en el retorno del oro para todos los periodos de tenencia.

En segundo lugar, en *Gold Price dynamics and the role of uncertainty*, el artículo de Beckmann et al. (2019), se analiza cómo evoluciona el precio del oro frente a la incertidumbre económica. Los autores nos explican que para medir la incertidumbre utilizan tres categorías: incertidumbre basada en noticias de periódicos a través del índice EPU (*Economic Policy Uncertainty*), incertidumbre basada en factores impredecibles macroeconómicos a través del índice MU (*Macroeconomic Uncertainty*), e incertidumbre basada en discrepancias entre opiniones de predicciones para el futuro de la inflación con el índice CPIU (*CPI Uncertainty*). Estas medidas, cuanto más elevadas, indican mayor incertidumbre.

Podemos observar en la **Tabla 11** del anexo estos resultados, donde vemos para cada uno de los índices, cómo se relacionan sus retornos con los del oro para datos mensuales y para los tres subperiodos en los que se divide el estudio. En primer lugar, analizando el índice EPU podemos concluir que durante los dos primeros subperiodos, los valores presentados son bastante cercanos a 0, indicando que la correlación entre el oro y la incertidumbre de políticas económicas es baja. Los valores son tanto positivos como negativos. Sin embargo, para el subperiodo de 2008 a 2014 vemos claramente que para todos los países la relación es positiva y algo mayor que para los demás periodos. Por lo tanto, podemos decir que después de la crisis el precio del oro aumenta si hay más incertidumbre relacionada con las políticas económicas. Como nos indica Beckmann et al. (2019) en sus explicaciones, esto se puede deber a que los inversores se protegen con el oro ante desconocimientos de cambios en las políticas económicas, es decir, consideran al oro como un activo refugio.

Seguidamente, pasamos a observar los retornos con el índice CPIU en la **Tabla 11** del anexo. Como pasaba con el índice EPU, en este caso también vemos una relación muy cambiante entre los dos primeros subperiodos y el último. Mientras que para las dos iniciales la relación es relativamente baja, esta incrementa mucho más para el periodo de la crisis financiera. Sin embargo, en lugar de volverse positiva para todos los países, la relación entre el oro y la incertidumbre relacionada con la inflación se vuelve más fuerte y negativa. Esto quiere decir que, si hay discrepancias sobre cómo va a avanzar la inflación de los mercados, entonces el precio del oro disminuye, indicando que los inversores no compran oro, es decir, no quieren tenerlo en sus carteras. Beckmann et al. (2019) justifican este fenómeno con que los inversores solo se cubren con el oro cuando saben con certeza que la inflación va a crecer. Sin embargo, como aquí estamos hablando de no conocer cómo va a evolucionar la inflación, siempre existe el caso de que en su lugar haya deflación, y por tanto que los inversores no incluyan el oro en sus carteras.

Finalmente, estudiamos el índice MU. La **Tabla 11** del anexo nos presenta en este caso resultados similares a los otros índices de incertidumbre. Otra vez, los primeros subperiodos tienen una relación muy débil, en este caso en su mayoría negativa. Vuelve a ser mucho mayor para el tercer y último subperiodo, también con valores negativos. Concluimos por tanto que, en este caso, el precio del oro disminuye si se desconocen más los factores macroeconómicos.

A partir de los artículos académicos que tratan en tema de la inflación e incertidumbre económica deducimos lo siguiente. Ortiz et al. (2021), relatan que por lo menos en Estados Unidos, el oro sirve para cubrir el riesgo de las carteras en el corto y largo plazo, es decir, sirve para prevenir la pérdida de poder adquisitivo a causa de la inflación. Como los periodos de inflación se consideran periodos de crisis, se puede decir que el oro tiene función de activo refugio frente a la inflación. Por ello, es recomendable que un inversor tenga oro en su cartera si quiere protegerse ante el riesgo inflacionista. Beckmann et al. (2019), deducen que una mayor incertidumbre no siempre significa que los inversores vayan a comprar más oro e incrementar su precio. Se dan casos en los que por la incertidumbre creciente, los inversores deciden deshacerse del oro en sus carteras. La relación con la incertidumbre se ha visto incrementada en el último subperiodo, incrementando el precio del oro para una mayor incertidumbre de políticas económicas, pero decreciendo para la incertidumbre de predicciones de inflación y de factores macroeconómicos. El sentir general acerca del oro frente a la inflación e incertidumbre económica es diverso. Se puede decir que el oro tiene función de activo refugio para protegerse frente a la inflación, pero como esta es incierta, hay ocasiones en las que los inversores deciden no incluir el oro en sus carteras, y por lo tanto pierde sus características diversificadoras.

3.2 ¿DEBE UN INVERSOR INCLUIR EL ORO EN SU CARTERA DE INVERSIÓN EN LA ACTUALIDAD?

En los apartados anteriores hemos revisado publicaciones académicas existentes que comparan el oro frente a otros activos financieros, dando respuestas a nuestra primera pregunta de investigación sobre si el oro tiene papel de activo refugio o de cobertura frente a distintos activos. En esta parte de la revisión de literatura, se quiere analizar cuál es el debate existente sobre qué proporción de oro se recomienda a los inversores incluir en sus carteras. Creemos interesante analizar también este debate porque, una vez sabemos cómo se comporta el oro frente a otros activos, queremos averiguar cómo debemos combinar el citado metal con los activos para obtener los mejores resultados en las carteras de inversión.

El artículo de T. Šoja (2019) publicado en *The European Journal of Applied Economics* y denominado *Gold in Investment Portfolio from Perspective of European Investor* es un

paper interesante que nos aporta conocimiento en este campo. Esta publicación académica realiza una investigación centrada en descubrir cuál es la proporción óptima de oro que debería un inversor europeo incluir en su cartera. Para la creación de la cartera, el *paper* se basa en combinar el metal mencionado (su precio expresado en dólares), con el índice de acciones Euro Stoxx50, compuesto por las 50 compañías más rentables en Europa, y el índice de bonos de la zona Euro EG05, que incluye bonos con un *rating* de inversión y vencimiento entre 1 y 10 años. El periodo empleado en el análisis se encuentra entre enero del 2000 y diciembre del 2017, para el cual se utilizan datos mensuales. Además, uno de los supuestos en los que se basa el trabajo para descubrir el porcentaje óptimo de oro a incluir en la cartera es que el inversor poseedor de esta busca poco riesgo, es decir, tiene un perfil conservador.

La metodología escogida para llevar a cabo la investigación es la fundada por Markowitz, la Teoría Moderna de Carteras. Para conocer en que consiste este método, nos basamos en lo que nos explica Mangram M.E. (2013) en su artículo *A simplified perspective of the Markowitz Portfolio Theory* que define la teoría como una herramienta con la que se escoge la cartera de inversión que simultáneamente maximiza los retornos esperados y minimiza el riesgo. El ganador de premio Nobel Markowitz estableció que para escoger la cartera óptima utilizando su método, asumimos que los inversores actúan de manera racional y que solo están dispuestos a tomar mayores riesgos si estos vienen acompañados de mayores retornos. Además, la cartera óptima normalmente se suele representar en un gráfico.

El estudio de T. Šoja (2019) se basa en calcular el porcentaje de oro óptimo a incluir en una cartera para el periodo entre enero del 2000 y diciembre del 2017, además de para el periodo entre enero 2007 a diciembre 2017, con el fin de tener en cuenta cuál debería ser el porcentaje en tiempos de crisis. Para ello, realiza el análisis de datos presentado en la **Tabla 12** en el anexo, dónde podemos observar cuál es retorno para diferentes valores de riesgo, además de las proporciones de cada activo a incluir en la cartera para obtener esos valores. Con el fin de seleccionar la cartera óptima, se presenta el valor de la pendiente CML, o “*Capital Market Line*”. T. Šoja (2019) nos explica que la cartera óptima es aquella en la que la pendiente tiene un valor mayor, ya que es la que tiene menor riesgo y menor desviación típica. Atendiendo a este criterio, los resultados de esta publicación para el periodo de enero 2000 a diciembre 2017 muestran que la pendiente más elevada (0,4140) de CLM es tangente con la cartera que tiene un retorno del 0,35% y un riesgo

del 0,83%. En este *portfolio*, la proporción de oro a incluir es de casi el 1%, mientras que para los bonos y las acciones es del 93,3% y del 5,7% respectivamente. En el caso de que nuestro inversor tuviese más apetito por el riesgo y quisiera tener acceso a mayores retornos, entonces una alternativa sería la que ofrece un retorno del 0,4%, donde la proporción de oro es de 9,30%.

Podemos observar también en la **Tabla 12** que a medida que el retorno de la cartera es mayor, la proporción de oro incluida en la cartera es mayor, mientras que la proporción de acciones y bonos se ve reducida. Esto demuestra que, a medida que incrementamos el retorno, incrementa también el riesgo, ya que se diversifica menos la cartera. Además, demuestra la propiedad de que el oro es un activo volátil.

Se repite este mismo análisis numérico y procedimiento para el periodo de crisis entre enero 2007 y diciembre 2017, y los resultados son los de la **Tabla 13** en el anexo. Para este periodo concluimos que para la mayor pendiente (0,3643), donde el retorno es de 0,35% y el riesgo de 0,96%, la cartera óptima de un inversor debe estar compuesta por 93,5% de bonos y 6,5% de oro, mientras que no se debe incluir nada de acciones. Comparando el periodo de crisis con el de mayor extensión de tiempo vemos que durante bajadas de mercado producidas por recesiones, para obtener el mismo retorno (pero con mayor riesgo) la proporción de oro es mayor, por lo que es interesante incluir el oro en las carteras de inversiones en estos periodos de tiempo.

Un segundo artículo que utiliza este mismo método de la Teoría Moderna de Carteras y que queremos analizar es el de B. Đorđević et al. (2022), denominado *Portfolio Diversification during Covid-19 Outbreak: Is gold a hedge and a safe-haven asset?*. En su artículo tienen como objetivo confirmar si el oro se puede utilizar como activo refugio o de cobertura en una cartera compuesta por diversos índices de acciones y *bitcoin*, analizando las estrategias de inversión utilizadas por los inversores individuales e institucionales.

Para analizar la pregunta de investigación, se utiliza un modelo estadístico de tipo GARCH DCC. Se utiliza este tipo de modelo, en primer lugar, porque permite analizar los cambios de volatilidad para los activos integrados. Segundo, porque determina la covarianza entre los activos, y tercero, porque permite elegir un *portfolio* de manera óptima (Đorđević et al.,2022).

El periodo de tiempo utilizado en la metodología se extiende entre marzo 2020 y mayo 2021, es decir, durante la pandemia del Covid 19, donde hubieron bajadas de mercado extremas. El modelo de regresión multivariable utiliza el valor de cotización mensual obtenido de *Yahoo Finance!* de los activos incluidos. Utiliza el oro como variable dependiente y diversas variables independientes para analizar su efecto en el valor del oro. Entre ellas se encuentra los índices S&P 500, NIKKEI 225, STOXX 600, SSE *Compoiste Index* y SZSE *Component Index*, además de la criptomoneda *bitcoin*. Esta última se incluye ya que puede utilizarse como un activo de cobertura.

Se calculan dos *portfolios*: uno en el que cada activo tiene el mismo peso, y otro en el que cada activo tiene su peso óptimo de diversificación, considerando el oro como un activo refugio y el *bitcoin* como un activo de cobertura. Para obtener la cartera con pesos óptimos se utiliza la Teoría Moderna de Carteras.

A continuación, podemos observar en la **Tabla 14** los pesos que se les da a cada activo, así como distintas ratios calculadas para los dos casos.

Tabla 14. Pesos de cada activo y ratios de las carteras igual y óptimamente construidas

Equally weighted portfolio		Optimally weighted portfolio	
Gold	0.15	Gold	0.63
S&P 500	0.15	S&P 500	0.00
NIKKEI 225	0.15	NIKKEI 225	0.00
STOXX 600	0.15	STOXX 600	0.20
SSE Composite Index	0.15	SSE Composite Index	0.00
SZSE Component Index	0.15	SZSE Component Index	0.00
BTC	0.10	BTC	0.16
SUM	1.00	SUM	1.00
Expected returns	46.43	Expected returns	47.72
Risk	13.76	Risk	12.64
Sharpe ratio	3.26	Sharpe ratio	3.65
Treynor ratio	44.92	Treynor ratio	65.98
Jensen's alpha	3.48	Jensen's alpha	17.17

Source: Own calculations

Nota. Tomado de Đorđević, B., Vitomir, J., & Živanović, V. (2022). Portfolio diversification during Covid-19 outbreak: is gold a hedge and a safe-haven asset? *Prague Economic Papers*, 31(2), 169-194.

Conocemos las definiciones del retorno esperado, el riesgo, ‘*Sharpe Ratio*’, y ‘*Treynor Ratio*’ por nuestra sección de diversificación de carteras del marco teórico. Sin embargo, cabe mencionar que Jensen’s *alpha* es el retorno en exceso obtenido por un *portfolio*. Un *portfolio* es mejor si tiene un mayor valor de *alpha*, ya que genera mas retorno para su inversor (Jensen, 1968).

Observamos que los autores deciden dar un 15% de peso en la opción de la izquierda a todos los activos excepto al *bitcoin*, que se le da un 10%, por su elevada volatilidad. En la opción de la derecha, la cartera se compone de oro, el índice Stoxx 600, y *bitcoin*, con unos pesos de 63%, 20% y 16% respectivamente. B. Đorđević et al. (2022) calculan un valor de beta de 0,999 para la cartera con pesos distribuidos de forma igualitaria, mientras que la cartera óptima tiene un valor de beta de 0,6998. Esto implica que la volatilidad de la cartera óptima es menor, es decir, tiene un menor riesgo y está mejor diversificada. Además, podemos observar en la **Tabla 14** que la cartera óptima presenta un retorno mayor, con un menor riesgo. Esta también tiene mayor ‘Sharpe Ratio’, mayor ‘Treynor Ratio’ y mayor *alpha*. En resumen, la cartera de la derecha es una mejor opción, y esta contiene una mayor proporción de oro.

A partir de los artículos analizados, podemos deducir sobre el tema de cuál es la proporción óptima de oro a incluir en las carteras lo presentado a continuación. T. Šoja (2019) concluye que la proporción óptima de oro que debe incluir un inversor en sus carteras con el fin de diversificarla está entre el 1% y el 9%. En épocas de crisis, la proporción de oro a incluir en la cartera es mayor, demostrando su propiedad como activo refugio. Por otro lado, B. Đorđević et al. (2022), confirman que el oro se puede utilizar para diversificar las carteras como activo refugio. Durante la crisis del 2020, una cartera construida por acciones y por *bitcoin* debía tener una proporción de oro del 63%. Atendiendo a la cartera óptima construida, el oro se debe incluir en gran proporción para obtener una diversificación adecuada. El sentir general es por lo tanto que se recomienda a un inversor incluir el oro en las carteras de inversión, sobre todo en épocas de crisis donde su proporción generalmente debe ser mayor. Sin embargo, no hay una proporción determinada de oro que se debe incluir, depende de con que se combine, el periodo de tiempo en el que se encuentre, y del perfil de riesgo del inversor.

4. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo presentado, hemos querido investigar sobre dos cuestiones acerca del oro como activo en las carteras de inversión. En primer lugar, queríamos saber cuál es su papel, si de activo refugio o de cobertura, frente a las acciones, los bonos, la inflación y la incertidumbre económica. En segundo lugar, queríamos averiguar si un inversor debe incluir el oro en su cartera en la actualidad.

Después de revisar los distintos artículos académicos escogidos en nuestro trabajo podemos dar la respuesta a nuestras preguntas de investigación. Podemos decir que el oro tiene funciones más fuertes de activo refugio y de cobertura frente a las acciones que frente a los bonos. Esto se debe a que la correlación con las acciones es negativa o nula en más periodos de tiempo del pasado que en el caso de los bonos. El oro ha tenido cierta función de activo refugio o de cobertura frente a los bonos en el pasado según algunos de los resultados, pero no tan fuertes como ha ocurrido con las acciones. Respecto a la inflación, hay indicios de que el oro ha servido como protección frente a ella en el pasado, pero el comportamiento de los inversores ante la incertidumbre económica y las previsiones inflacionistas es variable.

Respecto a si un inversor debe incluir o no el oro en su cartera pensamos que no hay una respuesta definitiva. Con la información proporcionada en el marco teórico y en los resultados de la revisión de literatura, se puede decir que el oro puede ayudar a diversificar una cartera de inversión por sus características de liquidez y baja correlación con el mercado de acciones. Sin embargo, es cierto que cada cartera de inversión es diferente, y que depende no solo de los objetivos que tengan los inversores, sino también del periodo de tiempo en el que se encuentren.

En mi opinión, creo que está comprobado que el oro ha tenido un papel de activo diversificador, tanto en épocas normales de mercado, como de crisis. Esto se puede cuantificar con los estudios que se han realizado en el pasado, observando la evolución de precios del citado metal, y conociendo sus características. No obstante, opino que ahora mismo nos encontramos en un periodo de alta incertidumbre, donde cada vez más los mercados de activos están correlacionados entre sí. Por lo tanto, estrategias de inversión que podrían haber funcionado en el pasado quizás ya no sean tan efectivas ahora y en el futuro.

Además, opino que, pese a que el oro mantiene unas características que le permiten funcionar como un activo refugio y de cobertura, y no perjudica tenerlo en las carteras de inversión, creo que actualmente existen activos que también pueden ser interesantes a la hora de diversificar una cartera, como las inversiones inmobiliarias, o las materias primas. Por ello, una continuación de este estudio podría ser estudiar el comportamiento del oro frente a otros posibles activos diversificadores.

Finalmente, creo que un inversor debe tener muy claros sus objetivos a la hora de construir su cartera de inversión, y analizar las distintas alternativas que le van a proporcionar el mayor retorno atendiendo a sus objetivos. Cada cartera es única y mientras que el oro puede ser un activo interesante para algunos inversores, para otros puede no serlo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arnott, A. C. (2022, March 21). *Por qué es más difícil diversificar la cartera*. Morningstar. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.morningstar.es/es/news/219843/por-qu%C3%A9-es-m%C3%A1s-dif%C3%ADcil-diversificar-la-cartera.aspx>
- Beckmann, J., Berger, T., & Czudaj, R. (2019). Gold price dynamics and the role of uncertainty. *Quantitative Finance*, 19(4), 663-681.
- Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45, 217-229.
- Corporate Finance Institute. (2022, October 25). *Safe haven*. Retrieved November 14, 2022, from <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/wealth-management/safe-haven/>
- Corporate Finance Institute. (2022, November 27). *Covariance*. Retrieved January 2, 2023, from <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/covariance/>
- Corporate Finance Institute. (2022, December 27). *Diversification*. Retrieved January 2, 2023, from <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/diversification/>
- Dempsey, H. (2022, December 16). *Should retail investors buy gold?* Financial Times. Retrieved January 3, 2023, from <https://www.ft.com/content/629c60b7-d7ab-46ae-a460-986ee138ea2b>.
- Dorđević, B., Vitomir, J., & Živanović, V. (2022). Portfolio diversification during Covid-19 outbreak: is gold a hedge and a safe-haven asset?. *Prague Economic Papers*, 31(2), 169-194.
- Hinkel, A. (2021, March 31). *Gold Investments: How Liquid is the crisis metal?* Xetra-gold. Retrieved November 10, 2022, from <https://www.xetra-gold.com/en/gold-news/gold-investments-how-liquid-is-the-crisis-metal/>
- International Monetary Fund. (2022). *World Economic Outlook: Countering the Cost-of-Living Crisis*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2022/10/11/world-economic-outlook-october-2022>
- Jensen, M. C. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945–1964. *Journal of Finance*, 23(2), 389–416.
- Levišauskait, K. (2010). Investment analysis and portfolio management. *Leonardo da Vinci programme project*, 7.
- Mangram, M. E. (2013). A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. *Global journal of business research*, 7(1), 59-70.
- Ortiz, J., Su, C., & Xu, Y. (2021). Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons?. *Empirical Economics*, 60, 1175-1189.

- Proctor, C. (2022, July 26). *How to diversify your portfolio to limit losses and guard against risk*. Business Insider. Retrieved January 2, 2023, from <https://www.businessinsider.com/personal-finance/how-to-diversify-portfolio>
- Shafiee, S., & Topal, E. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. *Resources policy*, 35(3), 178-189.
- Sipkova, H., & Sipko, J. (2014). What Are the Real Drivers of Gold Prices?. *International Journal of Business and Social Science*, 5(8).
- Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.
- Treece, D. D. (2022, October 14). *How to invest in gold*. Forbes. Retrieved November 10, 2022, from <https://www.forbes.com/advisor/investing/how-to-invest-in-gold/>
- Unit Root: Simple Definition, Unit Root Tests*. Statistics How To. Retrieved January 29, 2023, from <https://www.statisticshowto.com/unit-root/>
- What is 'Sharpe Ratio'*. The Economic Times. Retrieved January 2, 2023, from <https://economictimes.indiatimes.com/definition/Sharpe-Ratio>
- What is 'Treyner Ratio'*. The Economic Times. Retrieved January 2, 2023, from <https://economictimes.indiatimes.com/definition/treynor-ratio>
- World Gold Council. (2018, January 23). *The history of Gold: Records back to 1600*. Retrieved November 11, 2022, from <https://www.gold.org/history-gold>
- World Gold Council. (2013). *Why invest in gold? Gold's role in long-term strategies*. https://www.strategicgold.com/white-papers/why_invest_in_gold.pdf

6. ANEXO

Tabla 2. Resultados del modelo de regresión entre oro, acciones y bonos para Estados Unidos, Reino Unido y Alemania

Equation: $r_{gold,t} = a + b_1 r_{stock,t} + b_2 r_{stock,t(q)} + c_1 r_{bond,t} + c_2 r_{bond,t(q)} + e_t$ $h_t = \alpha e_{t-1}^2 + \gamma e_{t-1}^2 D(e_{t-1} < 0) + \beta h_{t-1}$

USA (US\$)				UK (£)				Germany (€)			
Gold	Coeff. est.	Std. err.	t-stat.	Gold	Coeff. est.	Std. err.	t-stat.	Gold	Coeff. est.	Std. err.	t-stat.
b_1	-0.0475	0.0147	-3.23***	b_1	-0.1821	0.0199	-9.15***	b_1	0.0401	0.0108	3.72***
b_2 (5%)	0.1130	0.0322	3.51***	b_2 (5%)	0.0722	0.0504	1.43	b_2 (5%)	0.0754	0.0327	2.31**
b_2 (2.50%)	-0.0793	0.0499	-1.59	b_2 (2.50%)	-0.0204	0.0593	-0.34	b_2 (2.50%)	-0.0857	0.0392	-2.18**
b_2 (1%)	-0.0046	0.0470	-0.10	b_2 (1%)	-0.1659	0.0375	-4.42***	b_2 (1%)	-0.1026	0.0297	-3.46***
c_1	0.0069	0.0284	0.24	c_1	0.0754	0.0370	2.04**	c_1	-0.0528	0.0325	-1.62*
c_2 (5%)	-0.0434	0.0843	-0.51	c_2 (5%)	0.1184	0.1176	1.01	c_2 (5%)	-0.0631	0.0959	-0.66
c_2 (2.50%)	0.1029	0.1123	0.92	c_2 (2.50%)	0.0678	0.1692	0.40	c_2 (2.50%)	0.3216	0.1357	2.37**
c_2 (1%)	-0.0581	0.1024	-0.57	c_2 (1%)	-0.0342	0.1682	-0.20	c_2 (1%)	-0.0818	0.1292	-0.63
1 lag											
b_1	0.0078	0.0136	0.58								
b_2 (5%)	0.0094	0.0406	0.23								
b_2 (2.50%)	-0.0758	0.0532	-1.42								
b_2 (1%)	0.0116	0.0466	0.25								
c_1	-0.0155	0.0278	-0.56								
c_2 (5%)	0.1875	0.0721	2.60***								
c_2 (2.50%)	-0.2070	0.1220	-1.70*								
c_2 (1%)	0.1032	0.1263	0.82								
	Conditional volatility				Conditional volatility				Conditional volatility		
α	0.0313	0.0077	4.05***	α	0.0349	0.0084	4.14***	α	0.0245	0.0066	3.72***
γ	0.0849	0.0097	8.75***	γ	0.0543	0.0103	5.27***	γ	0.0798	0.0092	8.70***
β	0.9096	0.0064	141.38***	β	0.9228	0.0078	117.67***	β	0.9076	0.0064	141.43***

***, **, * indicate statistical significance at the 0.01, 0.05 and 0.10 level, respectively.

Nota. Tomado de Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45, 217-229

Tabla 3. Resultados del modelo de regresión entre oro, acciones y bonos para Estados Unidos dividido por subperiodos

Equation: $r_{gold,t} = a + b_1 r_{stock,t} + b_2 r_{stock,t(q)} + c_1 r_{bond,t} + c_2 r_{bond,t(q)} + e_t$
 $h_t = \alpha e_{t-1}^2 + \gamma e_{t-1}^2 D(e_{t-1} < 0) + \beta h_{t-1}$

	Bull market (- March 2000)		Bear market (- March 2003)		Bull market (March 2003 -)	
	Coeff. est.	t-stat.	Coeff. est.	t-stat.	Coeff. est.	t-stat.
b_1	0.0082	0.41	-0.0915	-4.51***	0.0188	0.44
b_2 (5%)	-0.0086	-0.19	0.3018	7.22***	-0.3999	-1.11
b_2 (2.50%)	0.0644	0.93	-0.2129	-3.60***	-0.0846	0.00
b_2 (1%)	0.0678	1.14	-0.1162	-1.45	0.7870	0.00
c_1	-0.1299	-3.75***	0.1232	2.32**	0.1822	2.83***
c_2 (5%)	0.0258	0.27	-0.3155	-1.37	0.0521	0.32
c_2 (2.50%)	-0.0034	-0.02	0.3306	1.31	0.2249	0.81
c_2 (1%)	0.0246	0.16	0.0235	0.12	-0.4613	-1.59
α	0.1254	5.31***	0.0403	1.48	-0.0477	-3.76***
γ	0.1245	3.90***	0.2165	4.90***	-0.0046	-0.14
β	0.7840	45.19***	0.7688	21.03***	0.5193	1.58

***, **, * indicate statistical significance at the 0.01, 0.05 and 0.10 level, respectively.

Nota. Tomado de Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45, 217-229

Tabla 4. Estadísticas de acciones, bonos y oro para enero 2000 a diciembre 2017

	EG05	EURO STOXX50	Gold
Mean	0.36%	-0.02%	0.82%
StDev	0.81%	5.25%	4.87%
Freq<0	31.94%	46.30%	44.91%
Parametric VaR	-0.97%	-8.66%	-7.19%

Nota. Tomado de Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.

Tabla 5. Estadísticas de acciones, bonos y oro para enero 2007 a diciembre 2017

	EG05	EURO STOXX50	Gold
Mean	0.33%	0.01%	0.69%
StDev	0.85%	5.14%	5.33%
Freq<0	34.09%	46.97%	46.21%
Parametric VaR	-1.07%	-8.44%	-8.09%

Nota. Tomado de Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.

Tabla 6. Correlaciones entre el oro, las acciones y los bonos para enero 2000 a diciembre 2017

	EG05	EURO STOXX50	Gold
EG05	1		
EURO STOXX50	-0.22	1	
Gold	0.08	-0.09	1

Nota. Tomado de Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.

Tabla 7. Correlaciones entre el oro, las acciones y los bonos para enero 2007 a diciembre 2017

	EG05	EURO STOXX50	Gold
EG05	1		
EURO STOXX50	-0.07	1	
Gold	0.09	-0.09	1

Nota. Tomado de Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.

Tabla 8. Parámetros entre el oro y las acciones para datos diarios y mensuales por subperiodos

Daily	Monthly																			
Stocks 1989-2000	1989-2000																			
returns	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	returns	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	
y(\bar{D}_1)	-0.06	0.04	-0.02	0.02	-0.01				-0.04	y(\bar{D}_1)	-0.20	0.10	-0.04	0.05	-0.11					-0.10
y(\bar{D}_2)	-0.01	0.01	-0.01	0.01	0.00				-0.04	y(\bar{D}_2)	-0.12	-0.07	0.04	0.02	-0.08					-0.08
y(\bar{D}_3)	-0.10	0.04	-0.03	0.01	-0.01				-0.04	y(\bar{D}_3)	-0.30	0.03	-0.17	0.04	-0.10					-0.25
y(\bar{D}_4)	-0.09	0.08	-0.07	0.07	0.02				-0.03	y(\bar{D}_4)	-0.16	0.29	0.02	0.17	-0.17					-0.30
y(\bar{D}_5)	-0.07	0.05	-0.04	0.03	0.02				0.00	y(\bar{D}_5)	-0.17	0.35	0.27	0.29	-0.12					-0.07
y(\bar{D}_6)	-0.12	0.05	-0.03	0.03	0.00				-0.06	y(\bar{D}_6)	-0.12	-0.01	0.06	0.39	0.02					0.33
d.o.f. returns	8.66	6.58	9.99	8.14	16.30				11.44	d.o.f. returns	9.99	4.81	94.18	6.41	100.00					31.09
y(\bar{D}_1)	8.50	9.76	11.02	9.35	20.95				15.59	y(\bar{D}_1)	14.78	10.00	4.99	10.00	100.00					100.00
y(\bar{D}_2)	9.21	8.39	9.62	13.44	22.25				11.49	y(\bar{D}_2)	24.68	30.87	100.00	8.29	100.00					12.54
y(\bar{D}_3)	10.18	8.47	9.25	16.63	15.03				21.41	y(\bar{D}_3)	4.72	100.00	34.05	5.97	97.37					99.92
y(\bar{D}_4)	14.01	8.48	11.59	16.23	11.23				26.43	y(\bar{D}_4)	4.36	66.70	97.75	100.00	5.45					5.77
y(\bar{D}_5)	19.14	6.32	16.66	9.51	100.00				98.18	y(\bar{D}_5)	8.77	100.00	100.00	99.42	100.00					2.67
2001-2008	2001-2008																			
returns	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	returns	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	
y(\bar{D}_1)	-0.07	0.02	0.11	0.02	0.04	-0.02	0.10	0.21	-0.01	y(\bar{D}_1)	-0.05	0.01	0.25	-0.06	0.15	0.00	0.27	0.24	-0.02	
y(\bar{D}_2)	-0.09	0.02	0.12	0.01	0.02	-0.02	0.10	0.17	0.01	y(\bar{D}_2)	0.04	-0.01	0.23	0.03	0.15	-0.12	0.28	0.23	0.05	
y(\bar{D}_3)	-0.07	0.05	0.10	0.05	0.08	0.01	0.14	0.25	-0.05	y(\bar{D}_3)	-0.17	-0.24	0.23	-0.06	0.01	-0.17	0.02	0.06	-0.08	
y(\bar{D}_4)	-0.04	0.01	0.10	0.05	0.08	0.00	0.10	0.27	-0.05	y(\bar{D}_4)	-0.01	0.06	0.18	0.08	0.09	0.32	0.28	0.18	-0.05	
y(\bar{D}_5)	-0.07	-0.03	0.07	0.00	0.05	-0.03	0.10	0.25	-0.06	y(\bar{D}_5)	-0.04	0.25	0.29	0.09	-0.05	0.27	0.34	0.19	-0.24	
y(\bar{D}_6)	-0.13	-0.03	0.07	0.01	0.03	0.00	0.21	0.30	-0.09	y(\bar{D}_6)	-0.08	0.26	0.45	-0.03	0.10	0.37	0.16	0.56	0.16	
d.o.f. returns	12.39	100.00	9.31	11.79	7.11	7.53	8.34	5.74	6.74	d.o.f. returns	9.99	10.00	5.64	89.05	2.77	3.96	2.25	4.20	3.15	
y(\bar{D}_1)	18.76	42.38	9.75	13.98	10.00	8.90	10.10	7.38	6.56	y(\bar{D}_1)	100.00	100.00	100.00	2.94	100.00	53.55	5.54	88.60	100.00	
y(\bar{D}_2)	16.11	65.89	13.57	10.52	7.00	4.64	8.20	6.11	5.61	y(\bar{D}_2)	2.10	3.25	3.56	2.42	3.37	2.10	2.73	5.47	3.11	
y(\bar{D}_3)	28.70	15.25	7.14	6.20	7.24	4.67	5.82	7.59	4.60	y(\bar{D}_3)	100.00	100.00	100.00	10.01	5.09	100.00	6.13	10.01	19.05	
y(\bar{D}_4)	72.48	100.00	7.77	25.38	7.35	6.63	7.93	8.27	6.28	y(\bar{D}_4)	100.00	100.00	2.80	100.00	4.27	100.00	100.00	5.67	100.00	
y(\bar{D}_5)	100.00	100.00	10.62	21.28	9.75	4.08	14.22	19.51	7.33	y(\bar{D}_5)	100.00	100.00	10.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
2008-2014	2008-2014																			
returns	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	returns	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	
y(\bar{D}_1)	0.08	-0.07	0.19	0.05	0.02	-0.07	0.16	-0.09	-0.14	y(\bar{D}_1)	0.10	-0.18	0.13	0.04	0.19	-0.21	0.19	-0.18	-0.27	
y(\bar{D}_2)	0.07	-0.09	0.12	0.06	0.02	-0.06	0.15	-0.07	-0.08	y(\bar{D}_2)	0.19	-0.19	0.07	0.03	0.25	-0.08	0.31	-0.20	-0.31	
y(\bar{D}_3)	0.10	-0.07	0.22	0.02	0.01	-0.07	0.16	-0.05	-0.18	y(\bar{D}_3)	0.08	-0.23	0.12	-0.06	0.10	-0.13	0.37	-0.20	-0.21	
y(\bar{D}_4)	0.17	-0.05	0.30	0.04	0.06	-0.10	0.19	-0.12	-0.20	y(\bar{D}_4)	-0.05	-0.16	0.24	-0.07	0.10	-0.10	0.32	-0.05	-0.34	
y(\bar{D}_5)	0.21	-0.03	0.31	0.07	0.07	-0.06	0.25	-0.12	-0.20	y(\bar{D}_5)	-0.35	-0.51	-0.07	-0.41	-0.16	-0.34	-0.02	-0.29	-0.63	
y(\bar{D}_6)	0.20	-0.06	0.25	0.08	0.04	-0.02	0.31	-0.14	-0.33	y(\bar{D}_6)	0.11	-0.18	0.00	0.01	-0.22	-0.32	-0.10	-0.37	-0.66	
d.o.f. returns	3.35	3.79	5.16	3.31	4.05	3.86	4.55	3.97	3.75	d.o.f. returns	3.85	3.24	10.00	6.16	5.57	3.60	2.10	3.24	3.04	
y(\bar{D}_1)	3.44	3.99	5.08	3.24	3.55	3.59	3.42	3.45	3.59	y(\bar{D}_1)	6.99	5.40	10.01	9.99	4.75	100.00	10.00	2.10	2.70	
y(\bar{D}_2)	3.03	3.89	4.31	3.98	3.30	3.78	3.41	3.78	3.48	y(\bar{D}_2)	10.00	5.08	3.05	10.00	10.00	42.13	3.45	100.00	2.82	
y(\bar{D}_3)	3.25	3.32	4.83	3.17	3.55	5.12	3.51	4.46	4.07	y(\bar{D}_3)	100.00	2.81	100.00	4.96	10.00	100.00	100.00	100.00	2.55	
y(\bar{D}_4)	4.24	5.30	5.50	4.47	4.27	7.57	4.07	5.61	4.53	y(\bar{D}_4)	100.00	100.00	6.06	100.00	10.00	100.00	100.00	10.01	100.00	
y(\bar{D}_5)	4.93	4.96	4.73	5.72	3.47	8.28	6.68	5.30	5.48	y(\bar{D}_5)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.16	5.24	100.00	100.00	

Nota. Tomado de Beckmann, J., Berger, T., & Czudaj, R. (2019). Gold price dynamics and the role of uncertainty. *Quantitative Finance*, 19(4), 663-681.

Tabla 9. Parámetros entre el oro y los bonos para datos diarios y mensuales por subperiodos

Daily	Monthly																				
<i>Bonds 1989-2000</i>																					
	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS	<i>1989-2000</i>											
returns	-0.07	-0.08	-0.05	-0.11	-0.09	returns	-0.12	-0.11	-0.16	-0.06	-0.13	returns	-0.12	-0.11	-0.16	-0.06	-0.13				
y(D ₁)	-0.05	-0.06	-0.01	-0.10	-0.05	y(D ₁)	-0.17	-0.13	-0.14	-0.10	-0.15	y(D ₁)	-0.17	-0.13	-0.14	-0.10	-0.15				
y(D ₂)	-0.10	-0.09	-0.04	-0.13	-0.11	y(D ₂)	-0.12	-0.22	-0.18	-0.14	-0.13	y(D ₂)	-0.12	-0.22	-0.18	-0.14	-0.13				
y(D ₃)	-0.10	-0.11	-0.13	-0.12	-0.13	y(D ₃)	0.02	-0.15	-0.36	-0.20	-0.09	y(D ₃)	0.02	-0.15	-0.36	-0.20	-0.09				
y(D ₄)	-0.09	-0.09	-0.13	-0.13	-0.16	y(D ₄)	-0.12	0.00	-0.13	-0.01	-0.13	y(D ₄)	-0.12	0.00	-0.13	-0.01	-0.13				
y(D ₅)	-0.10	-0.10	-0.10	-0.14	-0.16	y(D ₅)	-0.15	-0.09	-0.27	-0.05	-0.16	y(D ₅)	-0.15	-0.09	-0.27	-0.05	-0.16				
d.o.f. returns	13.09	11.44	14.42	10.71	18.30	d.o.f. returns	10.00	4.11	5.37	4.02	30.62	d.o.f. returns	10.00	4.11	5.37	4.02	30.62				
y(D ₁)	13.15	15.66	12.18	15.14	17.93	y(D ₁)	100.00	95.57	3.56	10.00	100.00	y(D ₁)	100.00	95.57	3.56	10.00	100.00				
y(D ₂)	27.93	19.33	11.39	21.25	16.07	y(D ₂)	100.00	29.43	7.06	11.80	22.00	y(D ₂)	100.00	29.43	7.06	11.80	22.00				
y(D ₃)	17.40	27.40	17.70	34.66	31.93	y(D ₃)	100.00	11.48	2.68	4.09	100.00	y(D ₃)	100.00	11.48	2.68	4.09	100.00				
y(D ₄)	31.45	99.72	15.33	100.00	26.15	y(D ₄)	100.00	32.85	5.17	100.00	100.00	y(D ₄)	100.00	32.85	5.17	100.00	100.00				
y(D ₅)	44.87	18.84	7.48	14.22	10.71	y(D ₅)	100.00	3.23	12.99	6.47	100.00	y(D ₅)	100.00	3.23	12.99	6.47	100.00				
<i>2001-2008</i>																					
	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS												
returns	0.09	-0.01	0.00	0.07	0.00	0.02	0.07	-0.24	0.16	returns	0.02	-0.04	-0.04	0.14	0.01	returns	0.02	-0.04	-0.04	0.14	0.01
y(D ₁)	0.05	-0.03	0.04	0.07	-0.04	-0.02	0.03	-0.19	0.12	y(D ₁)	0.00	0.02	0.06	0.03	0.05	y(D ₁)	0.00	0.02	0.06	0.03	0.05
y(D ₂)	0.11	-0.02	0.02	0.07	-0.05	-0.02	0.11	-0.23	0.19	y(D ₂)	0.16	0.16	-0.08	0.14	0.15	y(D ₂)	0.16	0.16	-0.08	0.14	0.15
y(D ₃)	0.12	0.02	-0.03	0.06	0.06	0.06	0.11	-0.28	0.23	y(D ₃)	0.03	-0.06	0.03	0.18	-0.03	y(D ₃)	0.03	-0.06	0.03	0.18	-0.03
y(D ₄)	0.18	0.07	-0.06	0.09	0.21	0.16	0.17	-0.20	0.32	y(D ₄)	-0.22	-0.42	-0.36	0.17	-0.04	y(D ₄)	-0.22	-0.42	-0.36	0.17	-0.04
y(D ₅)	0.19	0.05	-0.11	0.12	0.23	0.21	0.17	-0.28	0.26	y(D ₅)	-0.13	-0.13	-0.09	0.41	-0.39	y(D ₅)	-0.13	-0.13	-0.09	0.41	-0.39
d.o.f. returns	18.66	44.15	19.49	31.54	44.63	100.00	21.80	8.40	17.61	d.o.f. returns	4.42	43.52	100.00	100.00	10.00	d.o.f. returns	4.42	43.52	100.00	100.00	10.00
y(D ₁)	50.32	100.00	12.53	22.69	37.95	62.88	25.11	9.31	12.54	y(D ₁)	4.22	9.99	100.00	10.00	4.57	y(D ₁)	4.22	9.99	100.00	10.00	4.57
y(D ₂)	44.16	100.00	15.50	79.29	88.45	100.00	37.76	11.92	54.85	y(D ₂)	100.00	3.73	100.00	26.54	100.00	y(D ₂)	100.00	3.73	100.00	26.54	100.00
y(D ₃)	100.00	85.01	15.52	37.16	40.50	29.15	43.85	16.53	37.77	y(D ₃)	2.10	2.10	100.00	2.10	2.63	y(D ₃)	2.10	2.10	100.00	2.10	2.63
y(D ₄)	100.00	100.00	97.45	100.00	100.00	100.00	100.00	85.83	75.14	y(D ₄)	3.48	3.64	3.41	6.86	2.10	y(D ₄)	3.48	3.64	3.41	6.86	2.10
y(D ₅)	95.45	26.97	73.24	15.20	21.55	100.00	84.56	14.73	21.17	y(D ₅)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	y(D ₅)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<i>2008-2014</i>																					
	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS												
returns	0.04	0.20	-0.05	0.20	-0.03	-0.06	0.03	-0.18	0.23	returns	0.11	0.32	0.03	0.14	0.32	returns	0.11	0.32	0.03	0.14	0.32
y(D ₁)	0.01	0.18	0.00	0.19	-0.03	-0.07	0.02	-0.16	0.21	y(D ₁)	0.06	0.22	-0.08	0.04	0.31	y(D ₁)	0.06	0.22	-0.08	0.04	0.31
y(D ₂)	0.07	0.22	-0.07	0.22	-0.21	-0.11	0.06	-0.16	0.29	y(D ₂)	0.23	0.39	0.04	0.33	0.52	y(D ₂)	0.23	0.39	0.04	0.33	0.52
y(D ₃)	0.06	0.20	-0.09	0.21	-0.03	-0.03	0.03	-0.14	0.28	y(D ₃)	0.23	0.35	-0.07	0.18	0.40	y(D ₃)	0.23	0.35	-0.07	0.18	0.40
y(D ₄)	0.09	0.26	-0.08	0.26	0.16	-0.05	0.04	-0.22	0.38	y(D ₄)	0.46	0.71	0.11	0.46	0.68	y(D ₄)	0.46	0.71	0.11	0.46	0.68
y(D ₅)	0.16	0.25	-0.04	0.29	0.32	0.00	0.10	-0.23	0.39	y(D ₅)	0.50	0.61	0.28	0.61	0.71	y(D ₅)	0.50	0.61	0.28	0.61	0.71
d.o.f. returns	4.74	4.74	10.92	4.75	10.52	4.73	6.39	5.03	4.63	d.o.f. returns	2.47	5.74	100.00	2.69	2.74	d.o.f. returns	2.47	5.74	100.00	2.69	2.74
y(D ₁)	6.16	6.52	8.45	6.63	12.95	4.63	7.43	5.23	5.44	y(D ₁)	4.31	3.67	92.22	10.00	6.15	y(D ₁)	4.31	3.67	92.22	10.00	6.15
y(D ₂)	4.13	6.03	14.56	5.61	10.77	3.95	6.10	4.72	9.31	y(D ₂)	48.45	9.99	4.29	100.00	100.00	y(D ₂)	48.45	9.99	4.29	100.00	100.00
y(D ₃)	4.49	5.73	10.75	6.15	6.71	6.75	6.57	6.89	6.24	y(D ₃)	100.00	100.00	3.18	100.00	10.00	y(D ₃)	100.00	100.00	3.18	100.00	10.00
y(D ₄)	4.89	5.82	9.99	5.99	9.56	4.96	7.79	6.37	8.10	y(D ₄)	27.35	100.00	100.00	100.00	100.00	y(D ₄)	27.35	100.00	100.00	100.00	100.00
y(D ₅)	5.97	11.04	100.00	8.44	5.86	4.04	7.20	7.61	7.98	y(D ₅)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	y(D ₅)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Tomado de Beckmann, J., Berger, T., & Czudaj, R. (2019). Gold price dynamics and the role of uncertainty. *Quantitative Finance*, 19(4), 663-681.

Tabla 10. Resultados de la prueba de raíz unitaria Fourier para distintos periodos de tenencia.

Holding period	Residual sum of squares (RSS)	\hat{k}	$F(\hat{k})$	Number of lags of ΔS_t	$\tau_{LM}(\hat{k})$
1-month	3.429	1	370.541***	4	-2.146***
6-month	0.328	1	351.432***	2	-3.451***
1-year	1.840	1	28.184***	12	-33.489***
2-year	0.753	1	18.986***	12	-58.390***
3-year	0.305	1	21.004***	10	-52.209***
4-year	0.111	1	78.636***	11	-27.937***
5-year	0.069	1	124.881***	4	-21.089***
10-year	0.019	1	35.690***	6	-55.718***
15-year	0.015	1	37.067***	2	-26.532***

***Indicates significance at the 1% level. Critical values for the $\tau_{LM}(\hat{k})$ statistic are bootstrapped from 10,000 replications

Nota. Tomado de Ortiz, J., Su, C., & Xu, Y. (2021). Is gold a useful hedge against inflation across multiple time horizons?. *Empirical Economics*, 60, 1175-1189.

Tabla 11. Parámetros entre el oro y los índices de incertidumbre para datos mensuales por subperiodos

Monthly									
<i>EPU 1989–2000</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	0.03	-0.05	0.03	-0.06	0.11	0.04	0.02	0.12	0.15
$y(\hat{D}_2)$	0.04	0.04	0.06	0.02	0.08	0.02	0.01	0.14	0.08
$y(\hat{D}_3)$	-0.05	-0.12	-0.05	-0.13	0.09	0.00	-0.05	0.09	0.18
$y(\hat{D}_4)$	0.08	-0.21	0.03	-0.21	0.14	0.17	0.04	0.04	0.19
$y(\hat{D}_5)$	0.07	-0.20	-0.01	-0.19	0.25	0.13	-0.02	0.12	0.24
$y(\hat{D}_5)$	-0.01	-0.31	0.19	-0.23	0.12	0.05	0.03	-0.03	0.28
<i>2001–2008</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	-0.19	-0.07	-0.16	0.00	-0.11	-0.15	-0.18	0.12	0.10
$y(\hat{D}_2)$	-0.25	-0.19	-0.18	-0.05	-0.27	-0.19	-0.23	-0.05	-0.07
$y(\hat{D}_3)$	-0.15	-0.15	-0.18	-0.04	0.04	-0.10	-0.14	-0.02	0.16
$y(\hat{D}_4)$	0.17	0.30	0.29	0.25	0.18	0.29	0.21	0.25	0.35
$y(\hat{D}_5)$	0.01	0.06	0.06	0.03	0.08	0.01	0.00	-0.07	0.35
$y(\hat{D}_5)$	-0.09	-0.02	-0.10	0.19	0.06	-0.04	-0.17	0.27	0.14
<i>2008–2014</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	0.13	0.25	0.06	0.14	0.21	0.34	0.18	0.24	0.30
$y(\hat{D}_2)$	0.15	0.28	0.17	0.11	0.19	0.32	0.17	0.24	0.24
$y(\hat{D}_3)$	0.08	0.16	0.05	0.07	0.07	0.19	0.10	0.13	0.09
$y(\hat{D}_4)$	0.32	0.38	0.03	0.31	0.39	0.52	0.36	0.33	0.47
$y(\hat{D}_5)$	0.24	0.48	0.02	0.36	0.32	0.37	0.27	0.48	0.49
$y(\hat{D}_5)$	0.38	0.50	-0.05	0.47	0.40	0.41	0.41	0.44	0.53
<i>CPIU 1989–2000</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	-0.02	0.00	-0.07	-0.02	-0.04	-0.05	0.01	-0.01	-0.04
$y(\hat{D}_2)$	-0.05	-0.01	-0.05	-0.03	-0.03	-0.08	0.04	0.07	-0.03
$y(\hat{D}_3)$	0.02	0.03	-0.05	0.03	-0.06	0.06	0.06	-0.07	-0.08
$y(\hat{D}_4)$	0.07	-0.01	-0.05	-0.08	0.00	0.10	-0.01	-0.14	-0.19
$y(\hat{D}_5)$	-0.10	-0.24	-0.15	-0.31	-0.11	-0.30	-0.03	-0.20	-0.22
$y(\hat{D}_5)$	-0.07	-0.05	-0.16	-0.16	-0.17	-0.33	-0.16	-0.24	-0.21
<i>2001–2008</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	0.02	0.08	0.00	0.12	0.07	0.01	-0.03	0.06	0.06
$y(\hat{D}_2)$	-0.02	-0.14	-0.08	-0.06	-0.03	-0.08	-0.05	-0.06	-0.13
$y(\hat{D}_3)$	0.18	0.12	0.15	0.15	0.11	0.10	0.14	-0.09	0.09
$y(\hat{D}_4)$	0.10	0.00	-0.01	0.05	-0.18	0.03	0.07	0.06	-0.10
$y(\hat{D}_5)$	0.50	0.59	0.33	0.50	0.20	0.37	0.49	0.31	0.27
$y(\hat{D}_5)$	0.36	0.02	0.08	0.25	0.03	0.27	0.33	-0.16	-0.10
<i>2008–2014</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	-0.33	-0.34	-0.35	-0.43	-0.31	-0.25	-0.33	-0.22	-0.32
$y(\hat{D}_2)$	-0.37	-0.40	-0.36	-0.42	-0.34	-0.35	-0.37	-0.35	-0.34
$y(\hat{D}_3)$	-0.25	-0.20	-0.21	-0.26	-0.17	-0.11	-0.27	0.00	-0.06
$y(\hat{D}_4)$	-0.44	-0.34	-0.37	-0.33	-0.25	-0.18	-0.44	-0.12	-0.16
$y(\hat{D}_5)$	-0.32	-0.39	-0.40	-0.44	-0.25	-0.19	-0.37	-0.45	-0.34
$y(\hat{D}_5)$	0.05	-0.16	-0.23	-0.10	0.07	-0.11	-0.01	0.00	0.17
<i>MU 1989–2000</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	-0.04	-0.13	-0.04	-0.11	-0.02	-0.06	0.00	-0.10	0.05
$y(\hat{D}_2)$	-0.03	-0.17	-0.11	-0.13	-0.04	0.02	0.05	-0.14	-0.05
$y(\hat{D}_3)$	-0.05	-0.17	-0.09	-0.13	-0.01	-0.08	0.00	0.00	0.03
$y(\hat{D}_4)$	0.13	-0.11	0.10	-0.01	0.16	0.07	0.09	-0.09	0.18
$y(\hat{D}_5)$	0.04	-0.23	0.06	-0.10	0.30	-0.11	0.18	-0.07	0.27
$y(\hat{D}_5)$	-0.04	-0.37	0.05	0.04	0.13	-0.23	0.14	0.01	0.27
<i>2001–2008</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	-0.14	-0.09	-0.11	-0.06	-0.05	-0.08	-0.17	-0.04	0.05
$y(\hat{D}_2)$	-0.02	-0.12	-0.04	-0.16	0.09	0.02	-0.02	0.02	0.11
$y(\hat{D}_3)$	-0.02	0.08	0.04	0.02	0.12	0.00	-0.04	0.00	0.12
$y(\hat{D}_4)$	-0.15	-0.08	-0.10	-0.08	-0.17	-0.13	-0.19	-0.28	-0.04
$y(\hat{D}_5)$	-0.23	-0.14	-0.05	0.10	-0.06	-0.02	-0.28	-0.12	0.06
$y(\hat{D}_5)$	-0.23	0.01	-0.17	0.28	-0.40	-0.20	-0.29	-0.21	-0.11
<i>2008–2014</i>									
<i>returns</i>	USA	GER	JAP	UK	CAN	IND	C	SA	AUS
$y(\hat{D}_1)$	-0.22	-0.28	-0.15	-0.27	-0.28	-0.27	-0.26	-0.28	-0.30
$y(\hat{D}_2)$	-0.27	-0.29	-0.19	-0.36	-0.30	-0.26	-0.30	-0.33	-0.39
$y(\hat{D}_3)$	-0.26	-0.19	-0.16	-0.20	-0.30	-0.22	-0.29	-0.20	-0.18
$y(\hat{D}_4)$	0.01	0.06	0.21	0.04	-0.07	-0.13	-0.03	-0.01	-0.04
$y(\hat{D}_5)$	0.39	0.23	0.29	0.36	0.29	0.12	0.37	0.36	0.31
$y(\hat{D}_5)$	-0.03	-0.08	-0.17	-0.03	0.18	0.13	-0.10	0.46	0.36

Nota. Tomado de Beckmann, J., Berger, T., & Czudaj, R. (2019). Gold price dynamics and the role of uncertainty. *Quantitative Finance*, 19(4), 663-681.

Tabla 12. Posibles carteras construidas de oro, acciones y bonos para enero 2000 a diciembre 2017

Return	0.25%	0.30%	0.35%	0.39%	0.40%	0.45%	0.50%	0.55%	0.60%	0.65%	0.70%	0.75%	0.80%
Risk	1.53%	1.00%	0.83%	2.3%	0.97%	1.28%	1.71%	2.18%	2.67%	3.18%	3.69%	4.21%	4.73%
Slope	0.1634	0.3012	0.4140	0.17	0.4125	0.3506	0.2928	0.2524	0.2245	0.2045	0.1197	0.1782	0.1692
EG05	70.86%	84.21%	93.31%	33.33%	90.18%	80.24%	69.37%	58.50%	47.62%	36.75%	25.88%	15.01%	4.14%
EURO STOXX50	29.14%	15.79%	5.73%	33.33%	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gold	0.00%	0.0%	0.96%	33.34%	9.30%	19.76%	30.63%	41.50%	52.38%	63.25%	74.12%	84.99%	95.86%

Nota. Tomado de Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.

Tabla 13. Posibles carteras construidas de oro, acciones y bonos para enero 2007 a diciembre 2017

Return	0.15%	0.20%	0.25%	0.32%	0.34%	0.35%	0.40%	0.45%	0.50%	0.55%	0.60%	0.65%	0.68%
Risk	2.86%	2.09%	1.38%	0.88%	2.39%	0.96%	1.39%	2.01%	2.68%	3.39%	4.10%	4.82%	5.26%
Slope	0.0524	0.0957	0.1810	0.3590	0.14	0.3643	0.2880	0.2244	0.1863	0.1624	0.1462	0.1347	0.1293
EG05	44.11%	59.94%	75.77%	94.96%	33.33%	93.51%	79.60%	65.72%	51.84%	37.96%	24.08%	10.20%	1.87%
EURO STOXX50	55.89%	40.06%	24.23%	4.11%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Gold	0.00%	0.00%	0.00%	0.93%	33.34%	6.49%	20.40%	34.28%	48.16%	62.04%	75.92%	89.80%	98.13%

Nota. Tomado de Šoja, T. (2019). Gold in investment portfolio from perspective of European Investor. *The European Journal of Applied Economics*, 16(1), 41-58.