

Capítulo 1.14

Factibilidad del índice ESG en el MILA: enfoque en el contexto Colombiano

Diego Fernando Ávila-Tamayo¹

Luisa Fernanda Romero Bello²

Luis Fernando Mondragón Méndez³

<https://doi.org/10.61728/AE20250966>



¹ Universidad Cooperativa de Colombia. Economista de la Universidad Piloto de Colombia, Magister en Gerencia de la Responsabilidad Social y Sostenibilidad Empresarial de la Pontificia Universidad Javeriana. Docente investigador de la Facultad de Contaduría Pública de la Universidad Cooperativa de Colombia. Av Caracas No. 37-20, Bogotá, D.C, Colombia, Email: diego.avilat@campusucc.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1473-6890>

² Universidad Cooperativa de Colombia. Estudiante del Doctorado en Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Salle. Contadora Pública y Magister en Educación de la Universidad Antonio Nariño. Docente investigadora de la Facultad de Contaduría Pública de la Universidad Cooperativa de Colombia. Av. Caracas No. 37-20, Bogotá, D.C, Colombia, Email: luisa.romerob5@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8652-0266>

³ Universidad Piloto de Colombia. Administrador Financiero de la Universidad del Tolima, Especialista en Gestión de Proyectos de la UNAD. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Humanas y Empresariales de la Universidad Piloto de Colombia, Carrera 9 No. 45A – 44, Bogotá D.C., Colombia, email: Luis-mondragon@upc.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1331-1230>

Resumen

Esta investigación implementa el modelo de optimización de carteras de Markowitz en el mercado accionario de Colombia, evaluando su rendimiento en aspectos de rentabilidad, riesgo y sostenibilidad a través del puntaje ESG. Se estudiaron cinco acciones de referencia: Ecopetl CB, PFBCOLO CB, CEMARGOS CB, ISA CB y PFAVAL CB, tomando en cuenta sus respectivas rentabilidades, riesgos, correlaciones y puntajes ESG correspondientes. Los hallazgos indican que el portafolio idóneo exhibe una rentabilidad anticipada de -0,0134 %, un riesgo asociado de 0,0153 % y un índice de rendimiento-riesgo (RI) de 1,2376 %. Se observa una estructura ponderada en la que PFAVAL CB posee la mayor proporción (35 %), seguida de PFBCOLO CB (27 %). La matriz varianza-covarianza revela una dispersión más pronunciada en ECOPETL CB, mientras que la matriz de correlación evidencia relaciones moderadas entre las acciones, con valores que oscilan entre 0,18 y 0,41. Con respecto a las puntuaciones ESG, ECOPETL CB se posiciona en el liderazgo con un promedio de 5,66, mientras que PFAVAL CB registra la puntuación más baja (1,76). La incorporación de indicadores ESG en la optimización de carteras constituye un avance hacia la sostenibilidad en las inversiones, aunque implica el reto de equilibrar rentabilidad y riesgo. Este estudio proporciona pruebas fundamentales para la integración de criterios ESG en la administración de portafolios en mercados emergentes, sugiriendo un marco sostenible en el marco del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA).

Introducción

En las décadas recientes, la integración de principios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés) ha transformado tanto la teoría como la práctica de la inversión consciente. Conforme las inquietudes globales en torno al cambio climático, la disparidad social y la transparencia empresarial han adquirido mayor importancia, los inverso-

res han iniciado la priorización de estrategias que no solo optimicen la rentabilidad, sino que también alineen sus decisiones con principios éticos y sostenibles. Esta metamorfosis ha sido catalizada por un marco regulatorio cada vez más robusto, que incorpora iniciativas como los Principios de Inversión Responsable (PRI) de las Naciones Unidas, el Acuerdo de París y las directrices de sostenibilidad promovidas por entidades financieras internacionales (Hartzmark & Sussman, 2019; Hirschberger et al., 2013; Markowitz, 1952).

Desde un punto de vista teórico, esta evolución ha facilitado la expansión del modelo de selección de carteras propuesto por Markowitz (1952), que históricamente optimizaba las inversiones basándose en el rendimiento y el riesgo. En la actualidad, la incorporación de los criterios ESG ha propiciado un enfoque innovador en la elaboración de portafolios óptimos, donde la sostenibilidad emerge como un tercer factor que incide en las decisiones de inversión (Gasser et al., 2017; Hartzmark y Sussman, 2019). Así, la inversión de Responsabilidad Social Corporativa (ISR) ha adquirido relevancia en los mercados financieros, propiciando nuevas oportunidades y retos en la optimización de portafolios.

Valor y retos asociados con la inversión en ESG (Environmental, Social, and Governance)

Numerosos estudios han evidenciado que las inversiones sostenibles pueden ofrecer beneficios financieros adicionales, como una mayor resiliencia durante períodos de crisis económica y una mitigación sistemática del riesgo (Nofsinger y Varma, 2014; Ortas et al., 2014). Desde una perspectiva empírica, se ha constatado que los activos con elevados índices ESG pueden potenciar la estabilidad del portafolio y disminuir la volatilidad, al atenuar los riesgos vinculados al cumplimiento regulatorio, la reputación corporativa y la administración medioambiental. No obstante, la implementación de estos parámetros no se encuentra libre de obstáculos, dado que conlleva la evaluación de potenciales compromisos en la rentabilidad inmediata y la liquidez de los activos seleccionados (Gil-Bazo et al., 2010; Pedersen et al., 2021; Sharpe, 1964).

Uno de los principales impedimentos en la incorporación de criterios ESG radica en la ausencia de uniformidad en la cuantificación de estos

factores, atribuible a variaciones en las metodologías de evaluación y en la disponibilidad de datos. Determinadas investigaciones han detectado que la fluctuación en las calificaciones ESG entre diversos proveedores puede inducir distorsiones en la elección de activos y comprometer la fiabilidad de los modelos de optimización (Henriksson et al., 2019; Nofsinger y Varma, 2014). Esto se añade a la complejidad inherente a la integración de estos elementos en mercados emergentes, en los que las normativas pueden ser menos rigurosas y los datos relativos a la sostenibilidad menos accesibles.

Fundamentación del análisis y aportación al dominio financiero

Esta investigación se focaliza en la aplicación del modelo de optimización de carteras de Markowitz, modificado para integrar métricas ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) en el mercado accionario de Colombia. Esta perspectiva adquiere particular relevancia en el ámbito de los mercados emergentes, donde las tácticas de inversión sostenible continúan en proceso de desarrollo y se ven confrontadas con restricciones estructurales. Como miembro del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), Colombia ofrece un caso de estudio esencial para examinar la factibilidad de estos modelos en economías en expansión.

Mediante un examen empírico de cinco acciones representativas del mercado colombiano (ECOPETL CB, PFBCOLO CB, CEMARGOS CB, ISA CB y PFAVAL CB), la investigación aspira a abordar cuestiones esenciales acerca de la interrelación entre sostenibilidad y rentabilidad. En concreto, el objetivo es examinar si la incorporación de criterios ESG puede optimizar la eficiencia del portafolio sin poner en riesgo los principios de diversificación y maximizar el retorno ajustado al riesgo. Adicionalmente, se investiga la manera en que los inversores pueden emplear estos modelos para optimizar sus estrategias en un contexto de inversión sostenible.

Desde una perspectiva de aportación, este estudio ofrece pruebas empíricas sobre la viabilidad de incorporar criterios ESG en mercados emergentes, subrayando tanto sus posibles ventajas como los retos vinculados. Además, aspira a proporcionar instrumentos analíticos que faciliten a los inversores la toma de decisiones fundamentadas, maximizando la rentabi-

lidad financiera y alineándose con metas de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa. Los descubrimientos derivados pueden resultar beneficiosos para administradores de portafolios, entidades reguladoras financieras y académicos interesados en la confluencia entre finanzas y sostenibilidad, promoviendo la implementación de estrategias de inversión más responsables en la región.

Base teórica

La integración de criterios de sostenibilidad, y gobernanza (ESG) en la teoría contemporánea de portafolio constituye una transformación notable en el ámbito de la inversión responsable. Tradicionalmente, la selección de carteras se ha basado en la maximización del retorno ajustado al riesgo, conforme al modelo de optimización media-varianza desarrollado por Harry Markowitz (1952). Sin embargo, la creciente conciencia sobre la necesidad de una economía más sostenible ha llevado a una evolución en la teoría financiera, permitiendo la incorporación de objetivos éticos, ambientales y sociales dentro de los modelos de inversión (Chen et al., 2021; Gasser et al., 2017).

A lo largo de las últimas décadas, los inversionistas han reconocido que las empresas con altos estándares ESG pueden representar menores riesgos a largo plazo, ya que mitigan factores como la volatilidad regulatoria, los conflictos laborales y la responsabilidad medioambiental. En este sentido, las estrategias de inversión sostenible han ganado aceptación tanto en mercados desarrollados como en economías emergentes, impulsadas por la proliferación de índices ESG, normativas internacionales y estándares como los Principios de Inversión Responsable (PRI) de las Naciones Unidas. Desde el punto de vista financiero, la pregunta clave ha sido determinar si la inclusión de estos criterios mejora o deteriora la eficiencia de los portafolios, lo que ha dado lugar a un creciente cuerpo de literatura en torno a los modelos de optimización ESG.

La dimensión ESG en los modelos de optimización de portafolios

La inclusión de criterios ESG en la optimización de portafolios ha llevado al desarrollo de modelos tridimensionales que equilibran rentabilidad, riesgo y sostenibilidad. Tradicionalmente, la frontera eficiente de Markowitz se definía exclusivamente en función de la relación entre rentabilidad y riesgo; sin embargo, estudios recientes han demostrado que la integración de variables ESG puede modificar esta estructura, generando nuevos óptimos de inversión (Gasser et al., 2017; Pedersen et al., 2021).

Desde esta perspectiva, se han propuesto diversas metodologías para la optimización de portafolios con criterios ESG, incluyendo:

1. Restricciones ESG: Se limitan las inversiones a activos que cumplan con ciertos estándares ambientales, sociales y de gobernanza.
2. Optimización multiobjetivo: Se incorporan ponderaciones específicas para la rentabilidad financiera y los factores ESG.
3. Modelos de eficiencia ESG: Se integran métricas ESG en la función de utilidad del inversionista, considerando el impacto en el rendimiento ajustado al riesgo (Hilario-Caballero et al., 2020; Gasser et al., 2016).

El uso de estas técnicas ha permitido generar estrategias más alineadas con la sostenibilidad, aunque también ha planteado desafíos en términos de la homogeneización de métricas ESG y su impacto en la eficiencia del mercado.

Efectividad y retos de los modelos ESG

Las investigaciones sugieren que los portafolios que incorporan criterios ESG pueden generar beneficios financieros adicionales, como una mayor resiliencia en tiempos de crisis y reducción del riesgo sistémico (Chen et al., 2021; Nofsinger & Varma, 2014). Por ejemplo, estudios empíricos han demostrado que los activos con altos puntajes ESG tienden a experimentar menores caídas durante periodos de incertidumbre, dado que las empresas con mejores prácticas de sostenibilidad son percibidas como más confiables por los inversionistas.

Sin embargo, la aplicación de modelos ESG enfrenta diversos obstáculos, entre los cuales se destacan:

1. Heterogeneidad en la medición ESG: Existen diferencias significativas en las calificaciones ESG otorgadas por distintas agencias de evaluación, lo que genera dificultades en la estandarización de estos criterios (Henriksson et al., 2019; Hartzmark y Sussman, 2019).
2. Costos de inversión: La imposición de restricciones ESG puede limitar la diversificación del portafolio y afectar la rentabilidad esperada (Gil-Bazo et al., 2010).
3. Evidencia contradictoria: Aunque algunos estudios han encontrado una relación positiva entre desempeño financiero y ESG, otros argumentan que la restricción de activos puede generar una reducción en la eficiencia del mercado (Pedersen et al., 2021; Sharpe, 1964).

Dado este panorama, se hace necesario desarrollar metodologías de optimización que permitan mitigar los costos asociados a la inclusión de criterios ESG sin comprometer la eficiencia financiera del portafolio.

El rol de los modelos ESG en mercados emergentes

En mercados emergentes, como el caso de Colombia, la adaptación de modelos ESG representa un desafío clave para el desarrollo de estrategias de inversión sostenible. A diferencia de los mercados desarrollados, donde la regulación y la disponibilidad de datos ESG están más consolidadas, en economías emergentes persisten barreras institucionales y de transparencia, lo que dificulta la implementación efectiva de estos modelos (Ballesterro et al., 2012; Gil-Bazo et al., 2010).

Sin embargo, existen oportunidades importantes en este contexto, ya que las inversiones sostenibles pueden facilitar la atracción de capital extranjero, mejorar la estabilidad financiera y fomentar el cumplimiento de estándares internacionales. Investigaciones previas han encontrado que los fondos de inversión en mercados emergentes que incorporan criterios ESG pueden obtener mejores rendimientos ajustados al riesgo, en comparación con fondos convencionales, cuando se aplican estrategias adecuadas de diversificación y optimización (Gasser et al., 2017; Hilario-Caballero et al., 2020).

En el contexto colombiano, la inclusión de métricas ESG en la optimización de portafolios aún es incipiente, pero su adopción podría fortalecer la competitividad del mercado accionario y mejorar la confianza de los inversionistas. En particular, el Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) representa un entorno propicio para la implementación de estrategias ESG, dado su potencial de crecimiento y la creciente demanda por instrumentos financieros sostenibles.

Perspectivas futuras y relevancia del estudio

La integración de criterios ESG en la teoría de optimización de portafolios representa un cambio de paradigma en la inversión financiera. No obstante, su implementación efectiva depende de la disponibilidad de datos confiables, el desarrollo de regulaciones adecuadas y la evolución de las preferencias de los inversionistas. En este sentido, la investigación financiera sigue explorando nuevas metodologías cuantitativas para mejorar la eficiencia de los modelos ESG, tales como:

- Algoritmos de optimización multiobjetivo que consideran simultáneamente riesgo, rentabilidad y sostenibilidad.
- Modelos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la predicción del impacto ESG en los portafolios.
- Evaluaciones empíricas a largo plazo para determinar la viabilidad de los modelos ESG en diferentes escenarios macroeconómicos (Branch et al., 2019; Calvo et al., 2014).

Dado este contexto, la presente investigación busca aportar evidencia empírica sobre la optimización de carteras ESG en mercados emergentes, proporcionando un marco analítico que pueda ser utilizado tanto por inversionistas institucionales como por reguladores financieros. Los resultados de este estudio pueden servir como base para el diseño de nuevas estrategias de inversión sostenible en América Latina, promoviendo la adopción de prácticas financieras responsables y la integración de la sostenibilidad en la toma de decisiones económicas.

Metodología

La presente metodología adapta el modelo media-varianza (MV) propuesto por Markowitz (1952) para incluir criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ASG o ESG). El análisis se aplicará a los activos ECOPETL CB Equity, PFBCOLO CB Equity, CEMARGOS CB Equity, ISA CB Equity y PFAVAL CB Equity, incorporando sus respectivas puntuaciones ESG obtenidas según la metodología de Bloomberg.

1. Definición del problema de optimización

El modelo Media-Varianza de Markowitz (1952) establece un marco teórico para la selección de portafolios óptimos, maximizando el retorno esperado para un nivel de riesgo determinado. Este modelo utiliza la matriz de varianza-covarianza (Σ) los retornos esperados (μ) y los pesos de los activos (w).

El problema de optimización se formula como:

$$\min_w w^T \Sigma w$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$w^T \mu = \mu_0$$

$$w^T \mathbf{1} = 1$$

Donde μ_0 representa el retorno objetivo del portafolio, $\mathbf{1}$ es un vector de unos, y w es el vector de pesos asignados a los activos.

Cálculo del Retorno y Riesgo del Portafolio

Para evaluar el desempeño del portafolio, se calculan el retorno esperado (μ_p) y la varianza del portafolio (σ_p^2) mediante las siguientes fórmulas:

$$\mu_p = w^T \mu$$

$$\sigma_p^2 = w^T \Sigma w$$

Estas fórmulas permiten determinar la frontera eficiente, la cual incluye todas las combinaciones de riesgo y retorno que son óptimas bajo el modelo de Markowitz. El cálculo de (Σ) , considera las correlaciones y varianzas de los activos.

Optimización y restricciones

En este ejercicio, los datos proporcionados incluyen matrices de varianza-covarianza, retornos promedio y riesgos específicos de los activos. La optimización del portafolio se realiza numéricamente, sin permitir ventas en corto $w_i \geq 0$. Este enfoque asegura que los resultados sean consistentes con las restricciones del mercado, proporcionando una asignación eficiente y diversificada.

Desarrollo

El modelo Media-Varianza de Markowitz aplicado a los datos proporcionados se enfoca en optimizar la relación entre retorno y riesgo, ajustándose a las restricciones específicas del mercado colombiano. Inicialmente, se construyó la matriz de varianza-covarianza (Σ) de los activos seleccionados, la cual mide la interdependencia entre sus retornos. Esto se complementó con el cálculo de las rentabilidades promedio y las desviaciones estándar individuales de cada activo. El retorno esperado del portafolio μ_p se obtuvo mediante la fórmula:

$$\mu_p = w^T \mu$$

donde w es el vector de pesos de los activos y el vector de retornos esperados. Este cálculo permite estimar el desempeño proyectado del portafolio bajo diferentes configuraciones de pesos.

El riesgo total del portafolio se cuantificó usando la varianza del portafolio (σ_p^2) , expresada como:

$$\sigma_p^2 = w^T \Sigma w$$

Esta medida refleja cómo la combinación de activos diversifica el riesgo total. En el ejercicio actual, se utilizaron los datos de retorno y riesgo mostrados en las tablas adjuntas, incluyendo la matriz de correlación que indica la relación entre los activos. Las restricciones del modelo, como la asignación total del capital ($w^t \mathbf{1} = 1$) y la no admisión de ventas en corto $w_i \geq 0$, fueron incorporadas para ajustarse a las prácticas de inversión del mercado.

Tabla 1.
Rentabilidad y riesgo de los activos seleccionados

	ECOPETL CB Equity	PFBCOLO CB Equity	CEMAR- GOS CB Equity	ISA CB Equity	PFAVAL CB Equity
Rentabilidad	0,02 %	0,01 %	0,06 %	-0,01 %	-0,08 %
Riesgo	2,23 %	1,71 %	2,21 %	2,32 %	1,72 %

Fuente: Elaboración propia basada en datos del ejercicio aplicado.

Los resultados optimizados mostraron que el portafolio balancea eficientemente las proporciones asignadas a cada activo, logrando una minimización del riesgo con un retorno esperado específico. El portafolio óptimo obtenido presentó un rendimiento promedio de -0,0134 % y una varianza de 0,0153 %, evidenciando la capacidad del modelo para manejar activos con diferentes niveles de riesgo y correlación. Esta metodología no incorpora el Ratio de Sharpe, centrándose exclusivamente en la relación media-varianza. Los resultados sugieren que el modelo es adecuado para identificar configuraciones óptimas de inversión, particularmente en contextos de mercados emergentes como el colombiano.

Tabla 2.
Participación de activos en el portafolio

Participación					
ECOPETL CB Equity	PFBCOLO CB Equity	CEMAR- GOS CB Equity	ISA CB Equity	PFAVAL CB Equity	Total
11 %	27 %	17 %	10 %	35 %	100 %

Fuente: Elaboración propia basada en datos del ejercicio aplicado.

Tabla 3.
Retorno esperado

Portafolio	
RE (P)	-0,0134 %
Var (P)	0,0153 %
RI (P)	1,2376 %

Fuente: Elaboración propia basada en datos del ejercicio aplicado.

Finalmente, la asignación de los pesos óptimos en el portafolio fue determinada mediante la resolución del problema de optimización cuadrática planteado por el modelo de Markowitz, utilizando la matriz de varianza-covarianza y los retornos esperados de los activos seleccionados. En este caso, se observó que los activos con menor riesgo individual, como PFBCOLO CB Equity (1,71 %), obtuvieron una mayor participación en el portafolio (27 %), mientras que activos con mayores riesgos, como ISA CB Equity (2,32 %), recibieron un peso reducido (10 %). Este comportamiento es consistente con la teoría del modelo, que prioriza la diversificación y la minimización del riesgo total del portafolio. Además, los resultados muestran que activos como PFAVAL CB Equity, a pesar de presentar un rendimiento negativo (-0,08 %), fueron incluidos en un 35 % del portafolio debido a su capacidad para diversificar y reducir la correlación global entre los activos, lo que evidencia la importancia de las relaciones interactivas entre estos dentro del modelo.

Resultados

Los resultados obtenidos al aplicar el modelo Media-Varianza de Markowitz revelan un equilibrio óptimo entre el riesgo y el retorno esperado, considerando las restricciones establecidas. El portafolio óptimo muestra una participación ponderada significativa, destacándose PFAVAL CB Equity con un 35 %, seguido de PFBCOLO CB Equity con un 27 %. Estos activos se seleccionaron debido a su capacidad para reducir el riesgo general del portafolio, reflejado en una varianza de 0,0153 % y un retorno promedio esperado de -0,0134 %. Asimismo, los activos con menor correlación entre sí lograron una mejor diversificación, alineándose con los

principios fundamentales del modelo. La matriz de varianza-covarianza evidencia que ECOPEL CB Equity presenta la mayor dispersión individual, mientras que PFBCOLO CB y PFAVAL CB destacan por su estabilidad relativa.

En cuanto a la integración de los puntajes ESG, los activos con mayores calificaciones, como ECOPEL CB Equity (5,66), contribuyeron positivamente al equilibrio entre sostenibilidad y rentabilidad. Este enfoque permite incorporar preferencias éticas y medioambientales sin comprometer significativamente la eficiencia del portafolio. Sin embargo, se observa que activos con puntuaciones ESG más bajas, como PFAVAL CB Equity (1,76), también desempeñaron un papel crucial en la diversificación del portafolio, debido a su baja correlación con otros activos. Estos hallazgos reafirman la viabilidad del modelo de Markowitz para construir portafolios en mercados emergentes, incorporando dimensiones de sostenibilidad y optimización financiera de manera efectiva.

Conclusiones

La implementación del modelo Media-Varianza de Markowitz facilitó la elaboración de un portafolio óptimo que minimiza el riesgo total y logra un retorno anticipado en un entorno de mercado emergente como el colombiano. Los hallazgos indican que una efectiva diversificación, fundamentada en la matriz de varianza-covarianza y los retornos medios de los activos, es esencial para disminuir la exposición al riesgo. Adicionalmente, la asignación de mayores pesos a activos de varianza reducida, tales como PFBCOLO CB Equity y PFAVAL CB Equity, pone de manifiesto la habilidad del modelo para privilegiar la estabilidad del portafolio en detrimento de retornos individuales negativos. Estos descubrimientos subrayan la importancia de este modelo como instrumento para la administración de inversiones en mercados en los que la volatilidad y las correlaciones juegan un papel fundamental.

La incorporación de criterios de Responsabilidad Social Empresarial (ESG) en el análisis subraya la relevancia de lograr un equilibrio entre la sostenibilidad y la eficiencia financiera en la configuración de portafolios. A pesar de que los activos con calificaciones ESG superiores, como ECOPEL CB Equity, aportan de manera positiva a la alineación con metas

éticas y ambientales, la proporción de activos con calificaciones ESG inferiores, como PFAVAL CB Equity, evidencia la necesidad de adoptar un enfoque pragmático que no menoscabe la diversificación ni el rendimiento del portafolio. Estos hallazgos indican que, a pesar de que el modelo Media-Varianza no integra de manera explícita criterios ESG, su incorporación no incide de manera significativa en la optimización del portafolio, lo cual abre caminos para investigaciones subsecuentes en la administración sostenible de las inversiones.

Referencias

- Ballesteros, E., Bravo, M., Pérez-Gladish, B., Arenas-Parra, M., & Plà-Santamaria, D. (2012). Socially Responsible Investment: A multicriteria approach to portfolio selection combining ethical and financial objectives. *European Journal of Operational Research*, 216(2), 487–494. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.07.011>
- Branch, M., Goldberg, L. R., & Hand, P. (2019). A guide to ESG portfolio construction. *Journal of Portfolio Management*, 45(4), 61–66. <https://doi.org/10.3905/jpm.2019.45.4.061>
- Calvo, C., Ivorra, C., & Liern, V. (2014). Finding socially responsible portfolios close to conventional ones. *International Review of Financial Analysis*, 40, 52–63. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.03.014>
- Chen, L., Zhang, L., Huang, J., Xiao, H., & Zhou, Z. (2021). Social responsibility portfolio optimization incorporating ESG criteria. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(1), 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.02.005>
- Gasser, S. M., Rammerstorfer, M., & Weinmayer, K. (2017). Markowitz revisited: Social portfolio engineering. *European Journal of Operational Research*, 258(3), 1181–1190. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.10.043>
- Gil-Bazo, J., Ruiz-Verdú, P., & Santos, A. A. P. (2010). The performance of socially responsible mutual funds: The role of fees and management companies. *Journal of Business Ethics*, 94(2), 243–263. <https://doi.org/10.1007/s10551-009-0260-4>
- Hartmark, S. M., & Sussman, A. B. (2019). Do Investors Value Sustainability? A Natural Experiment Examining Ranking and Fund Flows. *Jour-*

- nal of Finance*, 74(6), 2789–2837. <https://doi.org/10.1111/jofi.12841>
- Henriksson, R., Livnat, J., Pfeifer, P., & Stumpp, M. (2019). Integrating ESG in portfolio construction. *Journal of Portfolio Management*, 45(4), 67–81. <https://doi.org/10.3905/jpm.2019.45.4.067>
- Hilario-Caballero, A., Garcia-Bernabeu, A., Salcedo, J. V., & Vercher, M. (2020). Tri-criterion model for constructing low-carbon mutual fund portfolios: A preference-based multi-objective genetic algorithm approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176324>

