



Revista Científica General José María Córdova

ISSN: 1900-6586

ISSN: 2500-7645

Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"

Medina-Hernández, Edith Johana; Marbello Yepes,
Kelly Johanna; Siado-Castañeda, Luis Ricardo
Perspectivas de la paz en el mundo: análisis multivariante desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible
Revista Científica General José María Córdova, vol. 21, núm. 42, 2023, Abril-Junio, pp. 404-430
Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"

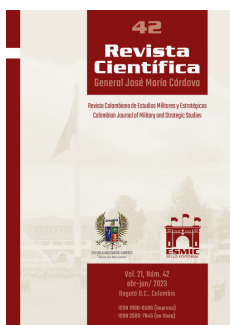
DOI: <https://doi.org/10.21830/19006586.1038>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476277508005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Revista Científica General José María Córdova

(Revista Colombiana de Estudios Militares y Estratégicos)

Bogotá D.C., Colombia

ISSN 1900-6586 (impreso), 2500-7645 (en línea)

Web oficial: <https://www.revistacientificaesmic.com>

Perspectivas de la paz en el mundo: análisis multivariante desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Edith Johana Medina-Hernández

<https://orcid.org/0000-0003-4207-0333>

edith.medina@usal.es

Universidad de Salamanca, España

Kelly Johanna Marbello Yepes

<https://orcid.org/0000-0003-3873-5363>

kmarbello@utb.edu.co

Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia

Luis Ricardo Siado-Castañeda

<https://orcid.org/0000-0002-7927-6151>

luis.siado@unisimon.edu.co

Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia

Citación APA: Medina-Hernández, E. J., Marbello Yepes, K. J., & Siado-Castañeda, L. R. (2023). Perspectivas de la paz en el mundo: análisis multivariante desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Revista Científica General José María Córdova*, 21(42), 403-428. <https://dx.doi.org/10.21830/19006586.1038>

Publicado en línea: 1.º de abril de 2023

Los artículos publicados por la *Revista Científica General José María Córdova* son de acceso abierto bajo una licencia Creative Commons: Atribución - No Comercial - Sin Derivados.



Para enviar un artículo:

<https://www.revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/about/submissions>



Miles Doctus

Perspectivas de la paz en el mundo: análisis multivariante desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Perspectives on peace in the world: multivariate analysis from the Sustainable Development Goals

Edith Johana Medina-Hernández

Universidad de Salamanca, España

Kelly Johanna Marbello Yepes

Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia

Luis Ricardo Siado-Castañeda

Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia

RESUMEN. Este artículo analiza la paz como dimensión del desarrollo sostenible, para lo cual estudia mediante técnicas multivariantes las relaciones entre ocho indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, según datos reportados por 145 países con corte al año 2021. Se describen las diferencias y similitudes entre países, según su pertenencia al norte o al sur global, así como por continentes, para observar la pertinencia de conformar un clúster de naciones. Se concluye que hay una gran heterogeneidad entre países y regiones, y el índice de percepción de la corrupción es uno de los indicadores que genera mayor diferenciación. También se delimitan seis clústeres de países por situaciones similares, que permiten resumir los retos que enfrentan los países para fomentar la paz, la justicia y la constitución de instituciones gubernamentales sólidas.

PALABRAS CLAVE: análisis multivariante; desarrollo sostenible; indicadores; justicia; ODS 16; paz

ABSTRACT. This article analyzes peace as a dimension of sustainable development, using multivariate techniques to study the relationships between eight indicators of the Sustainable Development Goals, according to data reported by 145 countries up to the year 2021. The differences and similarities between countries are described, according to whether they belong to the global north or south, as well as by continent, in order to observe the relevance of forming a cluster of nations. It is concluded that there is great heterogeneity between countries and regions, and the corruption perception index is one of the indicators that generates the greatest differentiation. Six clusters of countries are also delimited by similar situations, which make it possible to summarize the challenges faced by countries in promoting peace, justice and the constitution of solid government institutions.

KEYWORDS: indicators; justice; multivariate analysis; peace; SDG 16; sustainable development

Sección: DOSIER • Artículo de investigación científica y tecnológica

Recibido: 29 de julio de 2022 • Aceptado: 4 de febrero de 2023

CONTACTO: Kelly Johanna Marbello Yepes ✉ kmarbello@utb.edu.co

Introducción

El concepto de *desarrollo sostenible* integra la perspectiva económica del crecimiento sin dejar de lado la importancia que tiene la optimización de los recursos naturales desde un enfoque ambiental y de igualdad social, política y cultural. Por ello, para el diseño de políticas públicas internacionales en el marco de los derechos humanos, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) han propuesto e implementado el programa de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que conforman una agenda a 2030 en busca de asegurar un futuro próspero y viable para todas las naciones.

La Agenda 2030 se compone de 17 ODS y 169 metas que apuntan a combatir el cambio climático, mitigar la pobreza, y equilibrar el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y la inclusión social para el bienestar humano individual y colectivo (Pradhan et al., 2017). En consecuencia, los ODS buscan integrar en los planes de gobierno de las naciones propósitos basados en la equidad, la igualdad y el progreso. Los ODS fueron concebidos desde la realidad diversa que viven las personas alrededor del mundo, teniendo en cuenta los múltiples factores económicos, sociales, políticos e identitarios que hacen única cada sociedad.

La Agenda 2030 busca priorizar políticas compartidas que se acoplen a las necesidades de cada país, una de las cuales es la búsqueda de la paz. Específicamente, el ODS 16 busca “promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitando el acceso a la justicia para todos y la consolidación de instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas” (De Groot et al., 2022, p. 271). Este ODS se centra en fortalecer la justicia y una cultura institucional sólida para lograr el desarrollo y la paz social (Küfeoğlu, 2022).

Según Calvillo (2017), el ODS 16 busca reducir al máximo los conflictos bélicos para promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas, ya que la guerra, la inseguridad y el acceso limitado a la justicia continúan suponiendo una grave amenaza para el desarrollo sostenible. Actualmente, se estima que más de dos mil millones de personas viven en países donde el desarrollo se ve afectado por la fragilidad, el conflicto y la violencia, condiciones que se convierten, por ende, en amenazas para el logro exitoso de los ODS (Yarnall et al., 2021).

Adicionalmente, “la globalización ha hecho que otros problemas y amenazas, como la pobreza, el deterioro ambiental, la segregación, el cambio climático y la corrupción, sean asuntos que afectan a todos los países” (Jakob & Steckel, 2016, p. 106; traducción propia). Por ello, lograr los ODS dentro del plazo designado implica superar múltiples desafíos relacionados con el diseño de políticas, la gestión de recursos y el aprovechamiento de las sinergias y compensaciones entre los propios objetivos (Aly et al., 2022). Hope (2020) sostiene que el progreso en el ODS 16 es fundamental para el progreso en los demás, de forma que es imperativo superar los desafíos de este objetivo para buscar cumplir las otras metas.

Qazi et al. (2023) argumentan que, mientras el ODS 1, enfocado en la erradicación de la pobreza, puede reducir significativamente la exposición al riesgo de cumplimiento de toda la red de metas ODS, el ODS 16, enfocado en *paz, justicia e instituciones sólidas*, es muy importante para mejorar la resiliencia de toda la red. Por ello hay que considerar que, aunque la sostenibilidad y la paz son universales, no existe una única solución para su consecución. El nexo entre ambos objetivos debe concebirse mediante una perspectiva integrada, en lugar de una sectorial que pueda ser desafiada por problemas físicos, económicos y geopolíticos locales, regionales y globales, e incluso, en ocasiones, por problemas transfronterizos. En este sentido, se deben entender y abordar las sinergias y compensaciones entre los ODS para comprender el nexo entre sostenibilidad y paz (Amadei, 2021).

Por todo lo anterior, en este estudio se examinan datos de indicadores pertenecientes al ODS 16 reportados en el *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021), para entender por qué la paz, la justicia y las instituciones sólidas son condiciones que fomentan el desarrollo sostenible a nivel global.

Específicamente, se busca analizar los indicadores mediante técnicas multivariantes para identificar diferencias y similitudes entre 145 países del mundo, agrupados por continentes (África, Américas, Asia y Oceanía, y Europa), buscando responder estos interrogantes: ¿En qué países hay los mayores retos para el fomento y búsqueda de la paz actualmente? ¿Qué indicadores ODS de paz permiten hacer una distinción entre los países del norte y el sur global? ¿Es posible identificar grupos de naciones con características similares frente a la construcción de paz?

Cómo entender y analizar la paz

Desde finales del siglo XX, la paz se convertido en un objetivo clave para entes internacionales como la ONU, pues se ha demostrado su importancia para vivir en entornos de seguridad e igualdad. Por ello está consagrada como un principio en la mayoría de tratados internacionales y hace parte de los derechos humanos, junto con la educación, la salud y la democracia, entre otros. Rojas-Robles (2018) explica la paz como una cultura que puede ser adoptada por todas las sociedades del mundo, entendida como un reto basado en la formación ciudadana y la solución de conflictos sin uso de la violencia física o psicológica. Para este autor, la cultura de paz forma parte del proceso de socialización a través del cual se asimila un sistema de valores, habilidades, actitudes y modos de actuación que

reflejan el respeto a la vida, al ser humano, a la dignidad y al medio ambiente, propiciando el saber, la participación y la convivencia, al rechazarse la violencia y los conflictos, desde relaciones comunicativas asertivas, dialógicas y favorecedoras del desarrollo de relaciones empáticas entre las personas. (Rojas-Robles, 2018, p. 1)

Esto quiere decir que la paz es un proceso de múltiples variables. En este sentido, es importante considerar la larga evolución del concepto de *paz*, que se ha enriquecido

con progresivas definiciones y diversas metodologías para su implementación. Para Uribe (2018), existen varias formas de entenderla, como paz democrática, paz liberal, paz institucional, paz constitucional, paz republicana, entre otras. En general, implica espacios donde las personas son libres de tomar sus propias decisiones y pueden resolver sus diferencias de manera no violenta.

Galtung (1996), por su parte, distingue la paz según su calidad, al subdividir el concepto en paz negativa y paz positiva, que implican la ausencia de violencia directa o la ausencia de violencia estructural, respectivamente. De esta concepción se ha desprendido otra serie de conceptos (como paz justa, paz condicional, paz impuesta, etc.), que buscan entender los contextos particulares que limitan la paz. Entre ellos, por ejemplo, aparece la pobreza, considerada por algunos como la mayor forma de violencia estructural y obstáculo para el desarrollo integral de la población. Como argumenta Alemany (2000), el desarrollo integral de las personas es simplemente otro nombre de la paz.

Así mismo, se ha buscado reconceptualizar la paz al criticar las nociones de construcción de paz, en busca de incluir aspectos locales y de diversidad cultural en los estudios de paz de posguerra. En particular, se introdujo el concepto de *paz híbrida* para aproximar las percepciones de paz internacionales y locales (Ginty, 2010; Richmond & Mitchell, 2011); la *paz agonística* también puede considerarse parte de esta escuela de pensamiento (Shinko, 2008). También se ha abordado la paz como energética, moral, moderna, posmoderna o transracional, buscando una comprensión pluralista (Jarstad et al., 2019).

Todas estas conceptualizaciones apuntan a la necesidad de ampliar la comprensión de la paz como un fenómeno complejo, cultural, multidimensional y dependiente del contexto. Sin embargo, estas definiciones no ayudan mucho a los estudios comparativos sistemáticos de la paz. Son útiles porque profundizan la comprensión de lo que es y podría ser la paz, pero son menos adecuadas para los esfuerzos por capturar la variedad existente entre territorios que tienen condiciones de paz diferentes. De hecho, aquellos países que necesitan usar sus recursos para mantener la paz o combatir la violencia suelen invertir menos en educación o salud para evitar dificultades de crecimiento económico y estabilidad fiscal.

La ausencia de paz también se asocia con la inequidad causada por la corrupción. Según Cotte (2018), este fenómeno se relaciona con el abuso del poder público para beneficio personal, y no solamente causa un lento desarrollo económico, sino que también debilita las instituciones democráticas y genera inestabilidad política y violencia. En muchas naciones, el impacto de la corrupción ha reducido significativa y directamente el crecimiento económico, lo cual representa un obstáculo para disminuir la pobreza y buscar el desarrollo humano. Adicionalmente, la violencia también causa un profundo trauma psicológico y físico que reduce la calidad de vida de las personas (Widom, 2017).

Desde otra perspectiva, hay enfoques que buscan medir la calidad y la variedad de paz que hay en los países, de los cuales se han desprendido índices y mediciones multidimensionales como resultado. Por ejemplo, el “Índice de Paz Global” (Global Peace Index,

GPI) utiliza un conjunto de indicadores con el fin de medir la calidad de la paz en todo el mundo. Desde estos indicadores, se entiende la paz con base en “el nivel de seguridad, el alcance del conflicto nacional e internacional en curso y el grado de militarización, midiendo así la *pacificación* de los países” (Institute for Economics and Peace, 2022; traducción propia).

Otro índice multidimensional de referencia es el desarrollado por Davenport et al. (2018), que busca medir la paz con indicadores clasificados en tres grupos: perceptuales, procedimentales y relacionales, con los cuales propone una visión panorámica de cómo varía la paz de forma multivariante. No obstante, para autores como Lopera y García (2015), existen otros factores que también permiten medir la paz dentro de una sociedad específica, mas no se consideran en los índices mencionados; entre ellos está, por ejemplo, la convivencia, que busca identificar la tendencia de las personas a convivir con otros ciudadanos.

Estos autores también referencian el factor de participación ciudadana, para medir la implicación de la ciudadanía en la creación de una comunidad activa desde un liderazgo pasivo; el factor de gobernabilidad, que refleja la autorregulación del comportamiento y el cumplimiento con los deberes ciudadanos; el factor de emociones sociales, que mide las actitudes ambientalistas, de cuidado y respeto por los recursos naturales, así como la identidad territorial e identificación positiva con la nacionalidad; y el factor de imaginarios sociales, asociado con sentimientos de venganza y desconfianza, entre otros.

Lo cierto es que todos estos factores suelen medirse y analizarse en contextos locales más que a nivel global. Por este motivo, para contar con indicadores de paz que permitan hacer comparaciones entre países, es necesario utilizar información de fuentes internacionales, como la proporcionada por los ODS. Los indicadores de los ODS permiten dilucidar el panorama de la paz en el mundo, sin ignorar que no hay una única forma de analizar la paz, dado que los diferentes territorios y sociedades del mundo tienen identidades propias. Por tanto, progresivamente se hace evidente la necesidad de generar nuevas formas de convivencia en sociedades cada vez más diversas (Marej, 2021).

Estudio de indicadores ODS y de paz mediante técnicas de modelación

Como antecedentes de investigación de este trabajo, que permiten determinar la pertinencia de analizar indicadores de paz mediante técnicas de modelación multivariante, es posible referenciar trabajos que han evaluado la asociación entre indicadores pertenecientes a los ODS, así como análisis de variables asociadas a la paz, además de otros estudios sociológicos o políticos que exploran los factores que influyen en la paz en territorios históricamente afectados por la guerra, como es el caso de Colombia.

Respecto al primer tipo de estudios, se pueden referenciar las interdependencias entre las distintas dimensiones de los ODS (en especial, indicadores de los ODS 16 y

17), estudiadas mediante técnicas multivariantes para evaluar varios indicadores de sostenibilidad. Ahí se destacan los aportes de Cling y Delecourt (2022), Zhang et al. (2022) y Medina-Hernández et al. (2023).

Cling y Delecourt (2022) analizan las relaciones entre 79 indicadores ODS para 160 países del mundo con dos métodos: el análisis factorial múltiple (MFA) y el análisis de clúster jerárquico (HCA), y concluyen que las políticas de desarrollo exitosas contribuyen tanto a mejorar la capacidad productiva nacional como diferentes dimensiones del desarrollo humano. Principalmente observaron sinergias (correlaciones positivas) en lugar de compensaciones (correlaciones negativas) entre indicadores. El análisis jerárquico de conglomerados obtenido distinguió tres grupos de países según su desempeño en términos de indicadores de los ODS.

Zhang et al. (2022) examinan 88 indicadores ODS reportados entre los años 2015 a 2018 en las provincias de China. Estos autores concluyen que allí se ha visto una evolución positiva de los ODS relacionados con la economía y la sociedad, como la reducción de la pobreza (ODS 1), la urbanización (ODS 11), la promoción educativa (ODS 4), la equidad de género, (ODS 5) y la búsqueda de la paz (ODS 16). Asimismo, perfilan retos importantes en la promoción del ODS 7 (energía asequible y limpia) y el ODS 12 (producción y consumo responsables) para impulsar el desarrollo sinérgico de los ODS en dicho país.

Por su parte, mediante la técnica HJ-Biplot, Medina-Hernández et al. (2023) analizan 40 indicadores ODS reportados al año 2021 para representar las relaciones existentes entre las compensaciones y sinergias de los indicadores, según información de 125 países del mundo. En este estudio se concluye que se requieren más estrategias entre los países del sur global para fomentar la salud y el bienestar de las poblaciones, posibilitar el acceso a los servicios domésticos esenciales y promover la igualdad.

Pasando a los estudios que analizan indicadores de paz a través de técnicas de modelación, es posible referenciar los trabajos de Steinert et al. (2019) y Veldhuis (2020), que utilizan modelos de regresión múltiple para interpretar diversos factores que influyen en la paz. Steinert et al. (2019) investigan cómo el despliegue de las milicias progubernamentales y contrainsurgentes afecta el riesgo de conflicto entre las naciones. Mientras tanto, Veldhuis (2020) explora el papel de las mujeres en la guerra al estudiar la relación existente entre el porcentaje de mujeres en la legislatura nacional de un determinado país y variables como el PIB per cápita, la instauración de la democracia, el número de conflictos armados por año y el gasto militar como porcentaje del producto interno bruto (PIB).

En el contexto específico de Colombia, que históricamente ha requerido buscar la paz, pueden citarse tres trabajos referentes para esta investigación: Ríos y Gago (2018), Cairo y Ríos (2019) y Sánchez (2020). Los primeros autores buscaron responder a esta pregunta: ¿cuáles son las condiciones y las posibilidades de establecer una paz territorial en Colombia?, en busca de describir las realidades y limitaciones para establecer una paz en clave local (Ríos & Gago, 2018). En este estudio se analizan datos cuantitativos prove-

nientes de encuestas a alcaldes y alcaldesas colombianos entre 2014 y 2015, para concluir que en varias regiones del país, especialmente en el sur y en el oriente, el problema de la violencia directa y estructural se presenta con especial notoriedad. Adicionalmente, estos autores indicaron que los principales desafíos en la consolidación de la paz en Colombia se concentran en las negociaciones con las FARC y el ELN.

Por su parte, Cairo y Ríos (2019), desde una perspectiva política, analizan las diferentes reflexiones que mejor caracterizaban el acuerdo de paz suscrito entre el Gobierno de Colombia y la guerrilla de las FARC en noviembre de 2016. A partir de una revisión de discursos y acuerdos pactados, concluyen que existen diferentes maneras de entender el alcance y el sentido de la paz territorial en función del actor que lo interpreta.

Para terminar, Sánchez (2020) hizo un análisis del cumplimiento de los ODS en el país (incluido el de paz), según datos del informe de ODS 2019, al compararlos con los resultados de la región de Latinoamérica y el Caribe. Sánchez concluye que ningún ODS ha sido alcanzado completamente por Colombia. En lo que respecta al ODS 16, encontró que, de los nueve indicadores que pudo analizar, Colombia supera la media regional en seis, y el de mayor diferencia es el índice de libertad de prensa. En contraste, identificó retos importantes asociados con el índice de percepción de corrupción, dado que, en este indicador, Colombia tiene valores inferiores a la media regional.

Materiales y método

Este estudio se basa en un análisis cuantitativo y puede considerarse exploratorio y correlacional. Se analizan los indicadores de los ODS 16 y 17 para identificar y describir las principales características que se observan en 145 países del mundo en términos de construcción de paz. Para la obtención y explicación de los resultados, se recurre al análisis descriptivo y la exploración multivariante de datos, a través de métodos no supervisados, en los que no se busca probar la significancia de hipótesis estadísticas predefinidas, sino estudiar de forma exploratoria la información disponible. Específicamente, se usa la técnica multivariante de análisis de componentes principales (PCA, por su sigla en inglés) (Pearson, 1901; Hotelling, 1933; 1936) y el análisis de clúster por el método de Ward (Ward, 1963) para describir las asociaciones observadas entre indicadores y países.

Variables en análisis

La Agenda 2030 fue acogida por 193 países; sin embargo, para efectos del análisis, se tuvo en cuenta la información disponible proporcionada por la base de datos del *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021), en la que solo 145 países presentaron información completa en todos los indicadores de interés. Los datos fueron subclasificados por continentes, distribuidos de la siguiente manera: 45 países de África, 25 de América, 37 de Asia-Oceanía y 38 de Europa. Para la interpretación y presentación de los resultados,

se utilizaron las abreviaturas de los países de 3 letras según la norma ISO 3166 ALPHA-3. En la Tabla 1 se muestran los indicadores de paz pertenecientes al conjunto de metas medidas en los ODS a nivel mundial analizados.

Tabla 1. Variables del estudio

Notación	Significado	Descripción
HOM	Homicidios (por cada 100 000 habitantes)	Los homicidios intencionales son estimaciones de homicidios ilegales infligidos deliberadamente.
DSS	Detenidos sin sentencia (% de la población carcelaria)	Personas recluidas en prisiones, instituciones penitenciarias o instituciones correccionales que no han sido juzgadas y están en espera de juicio.
RNA	Registros de nacimiento ante la autoridad civil (% de niños menores de cinco años)	El porcentaje de niños menores de cinco años cuyos nacimientos se declaran registrados ante las autoridades civiles nacionales competentes.
IPC	Índice de percepción de la corrupción (peor 100-0 mejor)	Los niveles percibidos de corrupción en el sector público, en una escala de 0 (nivel más alto de corrupción percibida) a 100 (nivel más bajo).
EPA	Exportaciones de las principales armas convencionales (TIV millones de dólares, por cada 100 000 habitantes)	Volumen de las principales armas convencionales exportadas, expresado en millones de dólares de los EE. UU. (TIV) constantes en 1990 por cada 100 000 habitantes.
ILP	Índice de libertad de prensa (mejor 100-0 peor)	Grado de libertad disponible para periodistas en 180 países y regiones, determinado por la puesta en común de las respuestas de los expertos a un cuestionario elaborado por Reporteros sin Fronteras.
PFC	Puntaje de paraíso fiscal corporativo (mejor 0-100 peor)	Mide el potencial de una jurisdicción para robar la base impositiva de otros, según lo consagrado en sus leyes, regulaciones y prácticas administrativas documentadas.
IRE	Índice de rendimiento estadístico (peor 100-0 mejor)	Evalúa el desempeño de los sistemas estadísticos nacionales. Agrega cinco pilares del rendimiento estadístico: uso de datos, servicios de datos, productos de datos, fuentes de datos e infraestructura de datos.

Fuente: Elaboración propia con base en el Informe de Desarrollo Sostenible 2021

Técnicas de análisis de datos

Para el análisis de los datos se usaron las técnicas mencionadas: PCA y análisis de clúster por el método de Ward, que permiten simplificar la complejidad de la tabla de datos analizada, y así obtener interpretaciones a partir de una representación multidimensional

de los países y los indicadores en un mismo plano, con el fin de observar sus diferencias y similitudes.

Análisis de componentes principales (PCA)

El PCA es una técnica estadística multivariada propuesta por Pearson (1901) y desarrollada matemáticamente por Hotelling (1933; 1936). Esta técnica se encarga de reducir la dimensionalidad en conjuntos de datos numéricos creando un conjunto de nuevas variables, llamadas *componentes principales*, que permiten resumir la variabilidad de la información. Estas son incorrelacionadas entre sí y se expresan como combinaciones lineales de las variables originales (Lozares & López, 1991). Para aplicar esta técnica, se requiere que todos los datos sean numéricos y, aunque a priori no se establecen relaciones de dependencia entre las variables, se espera que estén correlacionadas entre sí.

Peña (2002) indica que en el PCA se dispone de una muestra de tamaño n acerca de p variables $x_1, x_2, \dots, x_p$, para luego obtener a partir de ellas un número $k \leq p$ de variables incorrelacionadas $c_1, c_2, \dots, c_k$ que sean combinaciones lineales de las variables iniciales y que expliquen la mayor parte de su variabilidad. Es decir, lo que buscan las componentes principales es resumir, mediante nuevas dimensiones multivariadas, qué es lo más importante de los datos analizados.

La primera componente principal (vector c_{1i}), al igual que las restantes, se expresa como combinación lineal de las variables originales:

$$c_{1i} = u_{11}x_{1i} + u_{12}x_{2i} + \dots + u_{1p}x_{pi} \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Donde los pesos o ponderaciones (vector u_{1i}) expresan las contribuciones de las variables originales a las nuevas dimensiones o componentes. Para el conjunto de n observaciones muestrales y para todas las componentes se tiene:

$$\begin{bmatrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{p1} \\ x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \vdots \\ u_{1p} \end{bmatrix} \quad (2)$$

En notación abreviada, y:

$$V(c_1) = \frac{\sum_{i=1}^n c_{1i}^2}{n} = \frac{1}{n} c_1' c_1 = \frac{1}{n} u_1' x' x u_1 = u_1' \left[\frac{1}{n} x' x \right] u_1 V u_1 \quad (3)$$

La primera componente, c_1 , se obtiene de forma que su varianza, $V(c_1)$, sea máxima, sujeta a la restricción de que la suma de los pesos, u_{1j}^2 , sea igual a la unidad; es decir, la variable de los pesos o ponderaciones $(u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1p})'$ se toma normalizada. Se trata, entonces, de hallar c_1 maximizando $V(c_1) = u_1' V u_1$, sujeta a la restricción:

$$(u'_2 u_2 = 1)$$

$$\sum_{j=1}^p u_{1i}^2 = u'_1 u_1 = 1 \quad (4)$$

Donde, para maximizar la varianza de la primera componente, $V(c_1)$, se toma el mayor valor propio de la matriz V . Considerando λ_1 el mayor valor propio de V y tomando u_1 como su vector propio normalizado ($u'_1 u_1 = 1$), se obtiene la primera componente principal, cuya ecuación está dada por:

$$c_1 = u_1 X = u_{11} X_1 + u_{12} X_2 + \dots + u_{1p} X_p \quad (5)$$

De forma análoga, para maximizar $V(c_2)$ se toma el segundo mayor valor propio λ_2 de V y u_2 como su vector propio asociado normalizado ($u'_2 u_2 = 1$); se aplica a las variables iniciales para obtener la segunda componente principal, que vendrá definida como:

$$c_2 = u_2 X = u_{21} X_1 + u_{22} X_2 + \dots + u_{2p} X_p \quad (6)$$

De forma similar se obtiene la componente principal *h-ésima*. Así, cuanto mayor sea la varianza, mayor es la información que lleva incorporada dicha componente. Por esta razón, se selecciona como primera componente la de mayor varianza, mientras que la última es la de menor varianza. A efectos de interpretar los resultados del PCA de forma gráfica, es posible obtener representaciones Biplot graficando en un mismo plano las primeras dimensiones (que recogen la mayor variabilidad de los datos). En estas se expresan en forma de puntos las observaciones o filas en análisis (países en este caso), y en forma de vectores se representan las columnas o variables de interés (indicadores ODS de paz).

Análisis de clúster y el método de Ward

El análisis de clúster corresponde a una variedad de procedimientos que pueden ser usados para crear clasificaciones. Específicamente, un método clúster es un procedimiento estadístico multivariante que permite tomar un conjunto de datos para reorganizar las observaciones en grupos con características similares, a los que se denomina clústeres, conglomerados o grupos.

Los métodos de clúster se pueden dividir en jerárquicos y no jerárquicos. En los no jerárquicos, el número de clases se establece previamente y el algoritmo de clasificación asigna los individuos a los grupos. En los jerárquicos, por el contrario, no se establece el número de clasificaciones deseadas, sino que se detectan los individuos que pueden ser considerados como similares y se asignan a un mismo clúster, dejando los individuos diferentes en clústeres distintos. Las técnicas de agrupamiento jerárquico encuentran recursivamente clústeres anidados ya sea de manera aglomerante o divisiva (Govender

& Sivakumar, 2020). Entre los métodos de clasificación jerárquica, el método de Ward (1963) utiliza la distancia entre conglomerados buscando la menor varianza dentro de cada grupo, es decir, buscando homogeneidad.

En comparación con otros métodos de clasificación jerárquica, este suele producir clústeres de tamaño similar, de forma que no solo se obtienen clasificaciones con similares características entre las observaciones dentro de cada cluster, sino que los diferentes grupos suelen estar conformados por un número parecido de observaciones o individuos. Esta técnica ha sido utilizada recientemente en diferentes estudios para el análisis de indicadores sociales y de sostenibilidad (Majerova & Nevima, 2017; Drastichová & Filzmoser, 2019; Doğruel & Ümit, 2019; Huseynov et al., 2023), y asimismo se ha seleccionado en esta investigación para agrupar los países según las características que reflejan los indicadores ODS de paz examinados.

Resultados

A continuación se presentan los principales resultados que permiten estudiar la perspectiva actual de la paz en el mundo. Se inicia con un análisis descriptivo de tres variables de interés: la tasa de homicidios, el índice de corrupción y el de libertad de prensa. Luego se presenta la matriz de correlaciones bivariadas obtenidas con los indicadores analizados y los resultados de la aplicación de las técnicas multivariantes, para explicar las variaciones y asociaciones presentes entre indicadores del ODS 16 a nivel global, además de hacer énfasis en la descripción de diferencias y similitudes observadas entre los países estudiados.

Análisis descriptivos

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de la tasa de homicidios incluida en la base de datos del *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021). Se observa que en países como Australia (AUS), Nueva Zelanda (NZL), Indonesia (IDN), Japón (JPN), Senegal (SEN), Canadá (CAN), Argentina (ARG), Chile (CHL), Ecuador (ECU), Perú (PER), Paraguay (PRY), Estados Unidos (USA), Rusia (RUS), gran parte de Asia y la Unión Europea, actualmente se registran bajos niveles de homicidios. Sin embargo, aunque la meta de los ODS a nivel global es que este indicador se reduzca considerablemente hacia el año 2030, aún existen países que afrontan retos al respecto. En el mapa se puede visualizar la situación que están afrontando países como Honduras (HND), Venezuela (VEN), Jamaica (JAM), México (MEX), Haití (HTI), Nicaragua (NIC), Colombia (COL), Brasil (BRA), Nigeria (NGA) y Sudáfrica (ZAF), donde se presentan las tasas más altas de homicidios en el mundo.

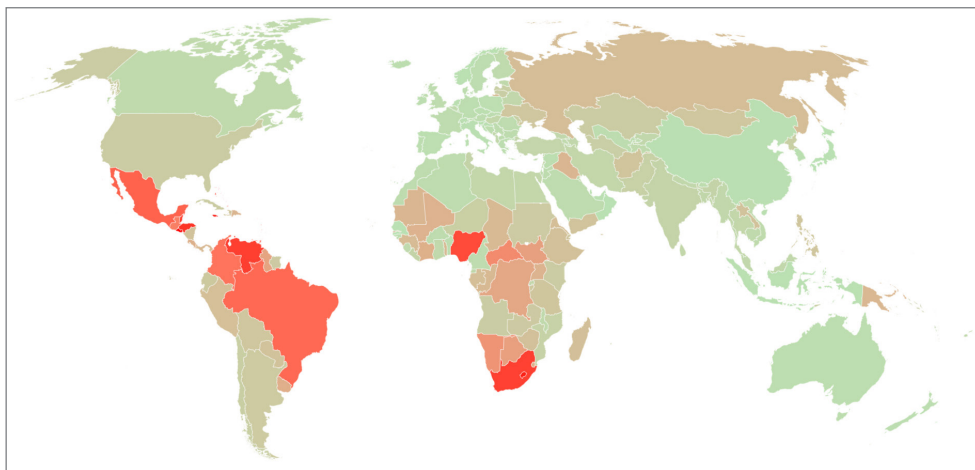


Figura 1. Tasa de homicidios por cada 100 000 habitantes en los países del mundo.

Fuente: Elaboración propia con base en el *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021)

Para reflejar el comportamiento descriptivo de otros indicadores en análisis, en la Figura 2 se hace énfasis en lo que se observa al comparar entre regiones y países el índice de percepción de corrupción (IPC) y el índice de libertad de prensa (ILP). Se puede apreciar que en África se observan altos niveles de corrupción, puesto que, en una escala de 0 a 100, siendo 0 la peor calificación y 100 la mejor, la mayoría de países no alcanzan ni siquiera la mitad de la puntuación (Figura 2a). Sudán (SDN), Sudán del Sur (SSD), Mozambique (MOZ) y República Democrática del Congo (COD) son considerados los países más corruptos de la región. En cuanto al ILP, también medido de 0 a 100, donde 0 implica una mejor y 100 una peor percepción en cuanto a libertad de prensa, se aprecia que los países africanos que tienen un alto IPC tienden a tener bajas puntuaciones de ILP.

En la región de las Américas (Figura 2b), Venezuela (VEN) registra el indicador de corrupción más crítico, seguido de Nicaragua (NIC), México (MEX), y Honduras (HND), que también presentan bajas puntuaciones en el ILP. En contraste, se observa a Canadá (CAN), Estados Unidos (USA) y Uruguay (URY) con las mejores puntuaciones de la región. En Asia y Oceanía (Figura 2c), países como Turkmenistán (TKM), Siria (SYR) e Irak (IRK), presentan valores críticos en el IPC. En lo que tiene que ver con el ILP, cabe resaltar que Nueva Zelanda (NZL) es uno de los países menos corruptos del mundo y presenta el mejor puntaje de ILP del continente, aun por encima de Australia (AUS), Japón (JPN), Singapur (SGP), Emiratos Árabes (ARE) y Chipre (CYP).

En lo que respecta a Europa (Figura 2d), la mayoría de países reflejan buenos puntajes para ambos indicadores, y Dinamarca (DNK) es el más sobresaliente de todos, seguido de Suiza (CHE), Suecia (SWE), Noruega (NOR), Países Bajos (NLD), Finlandia (FIN),

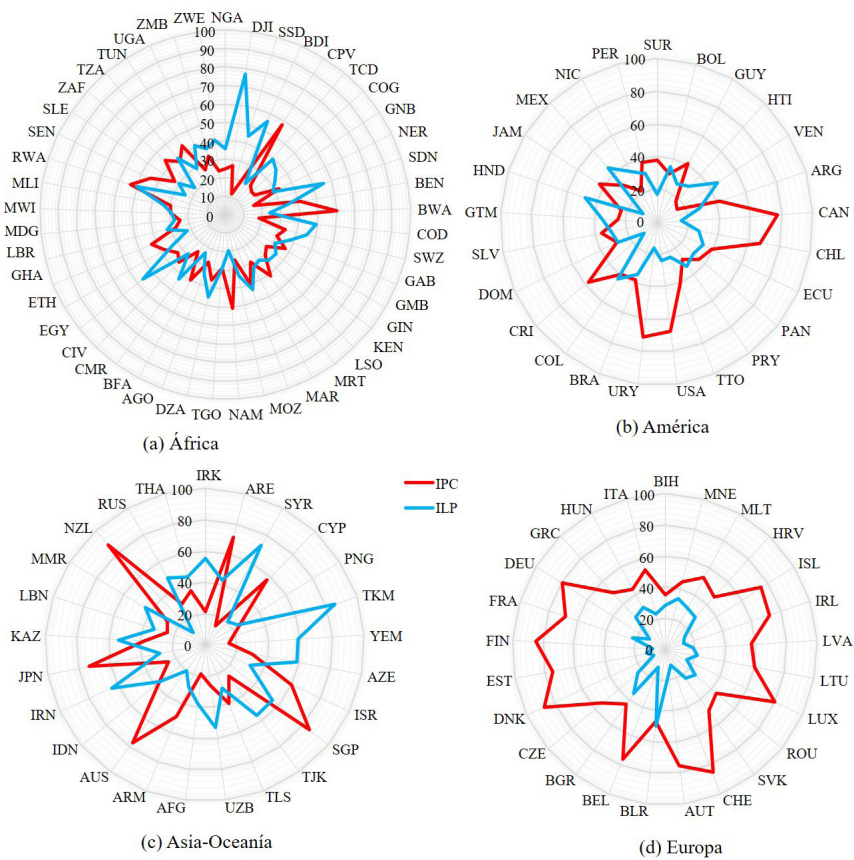


Figura 2. Comportamiento de los indicadores IPC e ILP por países y continentes.
Fuente: Elaboración propia con base en el *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021)

entre otros. Sin embargo, al observar la Figura 2, es notorio que no todas las regiones mantienen la misma variabilidad, ni la misma media entre sus indicadores. Por lo tanto, en la Tabla 2 se resumen las medias y desviaciones estándar calculadas por regiones.

Tabla 2. Medias de los indicadores IPC e ILP por regiones

		África	Américas	Asia-Oceanía	Europa
IPC	Promedio	32,76	39,64	39,27	60,16
	Desviación estándar	10,83	16,47	19,48	17,57
ILP	Promedio	36,16	29,46	43,83	22,08
	Desviación estándar	11,16	10,28	16,08	9,73

Fuente: Elaboración propia con base en el *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021)

Para continuar con el análisis, en la Figura 3 se presenta la matriz de correlaciones entre todos los pares de indicadores analizados, diferenciando por colores la clasificación de los países según si pertenecen al sur o al norte global. En el triángulo superior de la matriz, el primer valor mostrado corresponde a la correlación de Pearson calculada para todos los países, sin hacer distinciones por regiones; y los siguientes valores se refieren a las correlaciones calculadas entre los países de cada región.

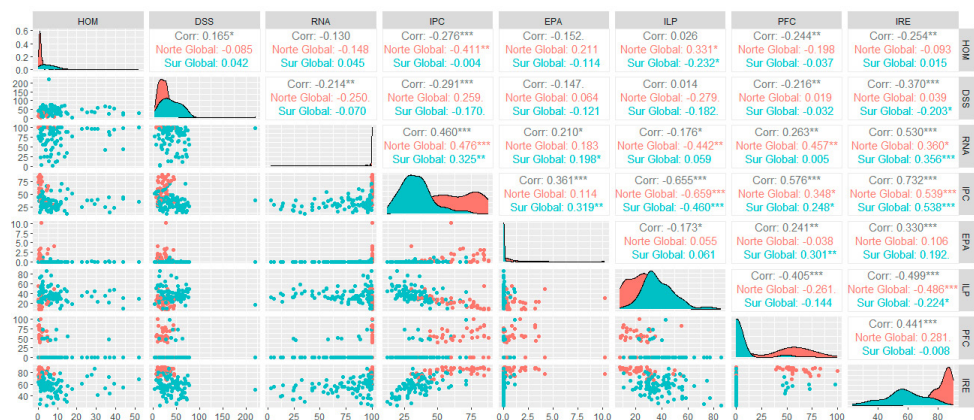


Figura 3. Correlaciones bivariadas entre los indicadores ODS de paz.

Nota: Los niveles de significación son * y **.

Fuente: Elaboración propia con base en el *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021)

En la Figura 3, los diferentes indicadores ODS de paz muestran correlaciones entre sí, lo cual refleja asociación por pares, aunque es necesario recordar que correlación no implica causalidad. Al analizar en conjunto todos los países, la mayor asociación positiva (o covariación directa) observada es de 0,732, registrada entre el índice de registro estadístico (IRE) y el IPC. Esta correlación es estadísticamente significativa para un nivel de significación $\alpha < 0,01$, lo cual implica que, cuando en un país es alto uno de estos índices, el otro también es alto; por tanto, ambas condiciones configuran desafíos en la dimensión de paz del desarrollo sostenible.

Respecto a las correlaciones negativas, se observa una alta y significativa relación inversa entre el IPC y el ILP (correlación de $-0,656$), lo cual implica que, cuando un país es corrupto, por lo general se vulnera el derecho a la libre expresión. Entre todas las correlaciones calculadas, en el caso de los países de norte global llama la atención que no sea significativa la asociación entre los indicadores de detenidos sin sentencia (DSS) y las exportaciones de las principales armas convencionales (EPA). Lo mismo ocurre con los homicidios (HOM) y el registro de nacidos ante la autoridad civil (RNA), donde se observa una correlación estimada en $-0,130$.

Análisis multivariado

Antes de proceder con la descripción de los análisis multivariantes obtenidos, es necesario indicar que mediante la técnica PCA se obtuvo una reducción del 77,34 % de la variabilidad de la información en las primeras cuatro dimensiones o ejes, según se observa la variabilidad acumulada en la Tabla 3. Por tal motivo, en esta sección se interpretan los resultados obtenidos en los planos de los ejes 1-2 y 3-4, con intención de explicar más del 70 % de todo lo que puede decirse de la información estudiada.

Tabla 3. Valores propios y variabilidad acumulada en el análisis PCA

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7	Dim.8
Valor propio	3,346	1,11	0,9	0,831	0,751	0,57	0,29	0,201
% varianza explicada	41,828	13,872	11,256	10,388	9,389	7,129	3,627	2,512
% varianza acumulada	41,828	55,701	66,956	77,344	86,732	93,861	97,488	100

Fuente: Elaboración propia con base en resultados en R con función PCA del paquete FactoMineR

En la Tabla 4 se presentan las ponderaciones de las variables a estas dimensiones (o ejes) de reducción de la dimensionalidad. Es posible notar cómo las variables que más contribuyen a la primera dimensión son los índices de percepción de la corrupción (IPC) y el de rendimiento estadístico (IRE), además del puntaje de paraíso fiscal corporativo (PFC). En cuanto a la componente 2, se exaltan las ponderaciones de las siguientes variables: homicidios (HOM), índice de libertad de prensa (ILP) y detenidos sin sentencia (DSS). También se observa el indicador HOM como característico del eje (o dimensión) 3, junto con el registro civil de menores de 5 años (RNA) y el EPA, que contribuyen a la dimensión 4.

Tabla 4. Contribuciones de las variables en las dimensiones del PCA

Variable	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7	Dim.8
HOM	4,135	24,101	51,534	2,401	9,576	5,443	1,762	1,048
DSS	5,412	32,746	12,682	7,032	34,139	1,323	6,143	0,521
RNA	10,722	2,470	23,191	0,408	44,475	5,145	12,203	1,386
IPC	24,401	2,504	0,100	0,373	0,011	1,485	0,210	70,916
EPA	6,940	1,477	1,217	84,424	4,800	0,000	0,564	0,578
ILP	12,261	35,678	0,730	1,759	1,802	12,565	18,647	16,558
PFC	14,139	0,993	7,442	3,328	4,357	67,078	0,633	2,030
IRE	21,989	0,032	3,103	0,275	0,841	6,960	59,838	6,962

Fuente: Elaboración propia con base en resultados en R con función PCA del paquete FactoMineR

De acuerdo con los valores presentados en la Tabla 4 y las ecuaciones 5 y 6 presentadas antes, las ecuaciones que corresponden a la primera y segunda componente son estas:

$$c_1 = 4.13HOM + 5.41DSS + 10.7RNA + \dots + 21.9RNA \quad (7)$$

$$c_2 = 24.1HOM + 32.7DSS + 2.47RNA + \dots + 0.03IRE \quad (8)$$

Para interpretar las representaciones gráficas (Biplot) obtenidas, en la Figura 4 se presenta el plano con los resultados de los dos primeros ejes de reducción de la dimensionalidad. En el plano que contiene la información de las componentes 1-2 del análisis PCA, la variabilidad acumulada es del 55,7% y se distinguen por colores los países según su pertenencia al norte (color rosa) o al sur global (color azul). En cuanto a los indicadores analizados, debe tenerse en cuenta el tamaño del ángulo entre los vectores representados, ya que, entre más pequeños sean, mayor es la covariación entre las variables de interés. Por ejemplo, se observa que los índices HOM y DSS son indicadores con alta covariación directa y se ubican en dirección contraria al eje 1 (hacia la izquierda).

En contraposición se sitúan los vectores que representan los indicadores que recogen la información sobre las posibilidades de que un país sea corrupto o no (IPC) y el puntaje de paraíso fiscal corporativo (PFC). Estos muestran tener entre sí una covariación directa, pero covarían negativamente con el ILP. Es decir, cuando los vectores forman ángulos cercanos a 180°, se puede decir que hay una correlación fuerte pero inversa. De esta manera, si en un país existe una alta percepción de corrupción en las instituciones gubernamentales, la libertad de prensa es más vulnerable.

Hacia la derecha del plano se ubican cercanos el IRE y el RNA, formando un ángulo menor a 90° con el indicador de exportación de armas EPA, lo que sugiere que los países del norte global son los mayores exportadores de armas.

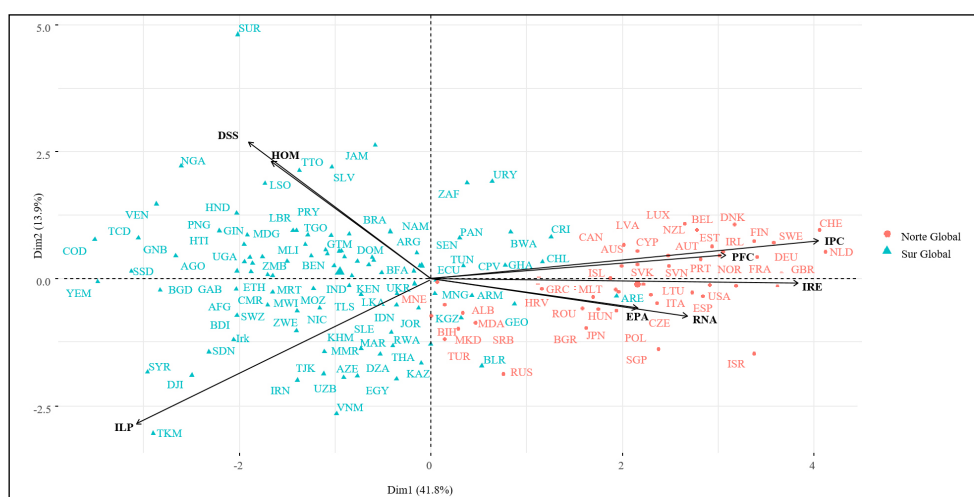


Figura 4. Biplot del plano 1-2 en el análisis PCA según países del norte y sur global.

Fuente: Elaboración propia en *software* estadístico R

PCA plot showing the relationship between DSS (Dependent Variable) and ILP (Independent Variable) for 30 countries. The plot displays Dim1 (41.8%) on the x-axis and Dim2 (13.9%) on the y-axis. Countries are grouped into six categories (Grupos 1-6) represented by different symbols. Vectors for DSS and ILP are shown, indicating their influence on the principal components. Key countries include SUR, JAM, ZAF, URY, PFC, IRE, and ILP, TKM.

Fuente: Elaboración propia en *software* estadístico R

- El clúster 1 está compuesto por 20 países caracterizados por tener un alto promedio de homicidios, muchos detenidos sin sentencia y poca libertad de prensa. Países como Mozambique (MOZ), Sudán del Sur (SSD) o Afganistán (AFG) hacen parte de este primer grupo.
- El clúster 2 está compuesto por 13 países que se caracterizan por su elevada tasa de homicidios. En su mayoría pertenecen al continente americano, y entre ellos sobresalen Venezuela (VEN), Haití (HTI), Nicaragua (NIC) y Honduras (HND).
- El clúster 3 lo conforman 35 países que se caracterizan por un alto porcentaje de detenidos sin sentencia, aunque en algunos países la corrupción sobresale más que en otros. Estos tres primeros clústeres no se ven muy homogéneos en este plano, pero se visualizan mejor desde el plano 3-4 que se presenta en la Figura 6.
- El clúster 4 está conformado por 33 países que, en el plano, se ven cercanos al vector ILP (a la izquierda y hacia abajo, en dirección del cuadrante III), lo que

refleja un *índice* alto de libertad de prensa. Entre otros, en este grupo se encuentran Turkmenistán (TKM), Rusia (RUS), Ucrania (UKR), Vietnam (VNM) y Egipto (EGY).

- El clúster 5 está constituido por 43 países que se caracterizan por tener puntajes por encima de la media en los vectores que van en la dirección del eje 1, hacia la derecha del plano (IPC, PFC, IRE, EPA y RNA). En este grupo se ubican Canadá (CAN), Singapur (SGP), Nueva Zelanda (NZL), Estados Unidos (USA), entre otros.
- El clúster 6 está compuesto solo por Israel, que, según datos del *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021), se caracteriza por ser el mayor exportador de las principales armas convencionales.

En la Figura 6 se presenta el plano de las dimensiones 3-4 graficando por colores los conglomerados obtenidos. Allí se observa con mayor claridad el comportamiento diferenciado de los clústeres 1, 2 y 6, y también se aprecia específicamente el reto de reducir la tasa de homicidios en los países del grupo 2.

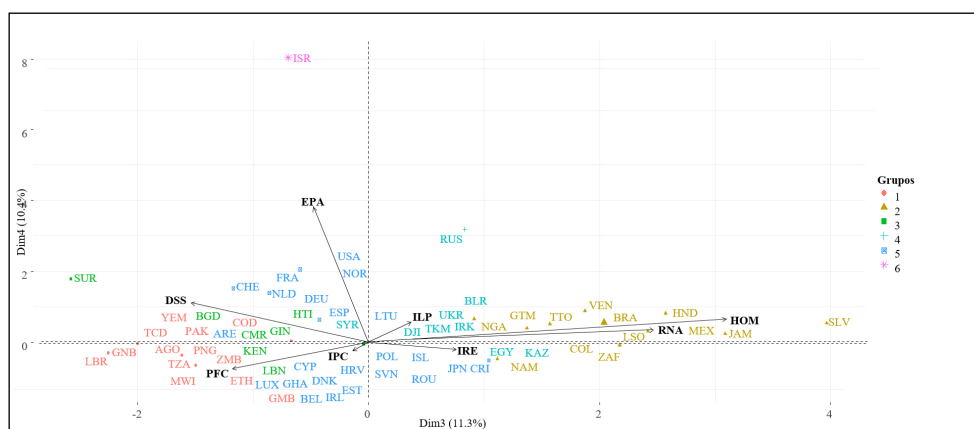


Figura 6. Biplot del plano 3-4 en el análisis PCA por clústers de países.

Fuente: Resultado en consola del *software* R

Para resumir las características de cada clúster identificado, en la Tabla 5 se presenta el total de países clasificados y las estadísticas descriptivas básicas (las medias y desviaciones estándar de cada indicador analizado) por clústeres o grupos. Mediante las cifras presentadas en esta tabla, es posible notar cómo los países del norte global tienden a pertenecer al clúster 5, mientras los del sur global se distribuyen entre los demás grupos.

Tabla 5. Resumen descriptivo de los clústers de países

		Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Clúster 5	Clúster 6
Total / Países		20	13	35	33	43	1
Norte y Sur Global	Norte Global			1	7	37	1
	Sur Global	20	13	34	26	6	
Región	África	15	4	17	7	2	
	Américas		9	11	1	4	
	Asia-Oceanía	5		6	18	7	1
	Europa			1	7	30	
Nivel de ingresos	Bajo	12	2	12	4		
	Medio	8	4	7	8	1	
	Alto		7	13	15	1	
	Muy alto			3	6	41	1
HOM	Media	7,06	33,74	6,04	3,28	1,94	1,49
	Desviación estándar	3,75	9,59	3,66	2,42	2,82	
DSS	Media	41,02	39,27	56,76	21,39	21,94	26,95
	Desviación estándar	19,95	18,96	32,07	11,95	9,98	
RNA	Media	31,52	85,05	84,52	93,17	98,99	100,00
	Desviación estándar	17,55	19,53	12,88	11,20	4,84	
IPC	Media	27,10	34,85	35,20	31,97	66,56	60,00
	Desviación estándar	8,06	10,17	10,37	9,55	13,97	
EPA	Media	0,00	0,01	0,00	0,21	0,79	10,17
	Desviación estándar	0,00	0,04	0,01	0,74	1,05	
ILP	Media	37,88	32,53	31,69	48,61	20,92	30,84
	Desviación estándar	8,05	11,45	7,29	14,76	9,79	
PFC	Media	7,15	3,63	5,58	0,00	48,56	0,00
	Desviación estándar	17,47	13,07	18,75	0,00	28,53	
IRE	Media	49,17	61,85	57,65	62,17	82,63	78,14
	Desviación estándar	10,67	13,48	11,91	15,92	7,90	

Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación de países mediante el método de Ward

En esta tabla también puede resumirse lo que define a cada clúster. El primer grupo tiene la menor media del indicador RNA, dado que en los 20 países de este grupo solo el 31,5% de los niños menores de 5 años son registrados. Por su parte, los 13 países del clúster 2 presentan la mayor media del índice de homicidios: en promedio, 33,74 homicidios por cada 100 000 habitantes. El clúster 3 tiene la mayor media de detenidos sin

sentencia: 56,76% de la población carcelaria, en comparación con una media general de 34,4%. Entre las 33 naciones del clúster 4, se observa el promedio más crítico del indicador del índice de libertad de prensa (48,61, frente a una media general de 33,27). El clúster 5, conformado por la mayoría de los países del norte global, tiene el mejor indicador medio de percepción de la corrupción (66,56, versus una media general de 42,78). El último clúster, conformado solo por Israel, presenta un indicador crítico de exportación de armas.

Discusión

Como explica Barragán-Fonseca et al. (2020), “desarrollar una sociedad pacífica e inclusiva no es un proceso exclusivo de víctimas e infractores sino un esfuerzo colectivo que requiere la participación de todos los sectores de la sociedad” (p. 89). Por ello, a nivel mundial se han establecido indicadores ODS para hacer seguimiento a los esfuerzos que realizan los países por buscar la paz desde diferentes acciones de política pública. Sin embargo, en este estudio pudo evidenciarse que la búsqueda de la paz difiere entre países y según los diferentes aspectos analizados mediante indicadores.

Así, por ejemplo, se ha evidenciado a través del análisis PCA, con la interpretación del primer plano de reducción de la dimensionalidad de la información, la marcada diferencia que hay entre los indicadores ODS de paz que clasifican los países del norte y el sur global. Esto obedece a los diferentes niveles económicos de desarrollo que tienen las naciones de ambos bloques. Al respecto, McDermott et al. (2019) afirman: “comprender los impactos del ODS 16 en los bosques y las personas requiere prestar atención a las dinámicas de poder que dan forma a cómo se interpretan e implementan los ODS” (p. 510; traducción propia).

La heterogeneidad de condiciones de paz que se evidencia entre las naciones y las diferentes regiones del mundo puede deberse a que no todos los indicadores de paz deberían examinarse de la misma manera:

Todos los acuerdos de paz tienen su propia trayectoria en términos de cómo comienza y procede la implementación. Es probable que esto refleje una historia compleja y específica del contexto de la política y la economía transnacional, nacional y local, que hace que la comparación y los comentarios genéricos sean difíciles. (Mac-Ginty et al., 2019; traducción propia)

Por tanto, en los análisis multivariantes realizados se consideró la situación particular de cada indicador y cada país, para interpretar de forma conjunta grupos de naciones con características similares. Si bien se ha buscado hacer comparaciones globales a través de los ODS, las realidades nacionales deben analizarse en su contexto, teniendo en cuenta los diferentes niveles de desarrollo de los países. Solo así es posible entender políticas democráticas específicas. Al respecto, Laberge y Touihri (2019) afirman lo siguiente:

Varios ejemplos de procesos consultivos nacionales sobre el ODS 16 que se están desarrollando actualmente en todo el mundo muestran que, aunque la política de datos puede ser antidemocrática a nivel mundial, puede ser cada vez más democrática a nivel de país. (p. 153; traducción propia)

Los análisis permitieron identificar notables diferencias entre países, como, por ejemplo, en el índice de percepción de la corrupción (IPC). Al respecto, Lalama y Bravo (2019) señalan: “Sin duda, es la corrupción uno de los principales riesgos para el cumplimiento de los objetivos que buscan el crecimiento económico y la reducción de la pobreza, pues son recursos que se distraen, acentuando más la inequidad” (p. 16). En este trabajo pudo evidenciarse que la corrupción es el mayor desafío que enfrentan los países que buscan la paz en sus territorios. También se observó cómo, cuando una nación tiene bajo puntaje en el IPC, también evidencia violación a la libertad de expresión, evasión de impuestos tributarios en paraísos fiscales, un alto número de personas privadas de la libertad sin sentencia y un bajo índice de registro estadístico.

Este último índice representa una carencia de registro y acceso público a la información para garantizar la transparencia en la gestión de los recursos gubernamentales. Esto es vital para que la ciudadanía pueda estar bien informada y tome decisiones basadas en datos. Como explican Taylor y Bähr (2022), “la información es una dimensión clave de la construcción de la paz, que teóricamente debería relacionarse con una paz de calidad. Por ejemplo, una ciudadanía educada debería ser capaz de evaluar información de buena calidad” (p. 9; traducción propia).

Al margen de la visión general que se ha presentado sobre la situación actual de los ODS de paz en el mundo, hay autores que difieren respecto a estos estándares de medición, dada la diversidad de metas que hacen seguimiento al desarrollo sostenible de las naciones. Algunos, por ejemplo, plantean otros retos de medición que deberían incluirse en el conglomerado de indicadores del ODS 16. En este sentido, Amaruzaman et al. (2022) sostienen que la ausencia de indicadores relacionados con el medio ambiente en el ODS 16 puede conducir a una subconsideración de los aspectos ambientales de la paz y la seguridad, cuando se estima que el 40 % de los conflictos en los últimos sesenta años pueden atribuirse a la gestión de los recursos naturales.

Otros autores defienden la necesidad de asociar indicadores de paz y de educación, dado que la educación orientada a la felicidad colectiva, la paz global y la convivencia ciudadana representa una contribución vital para lograr la Agenda 2030 y la consecución de sus metas (Marujo & Casais, 2021). Por su parte, Peters et al. (2022) expresan la importancia de considerar el nexo existente entre la búsqueda de la paz y la búsqueda del bienestar físico de las personas. La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible reconoce la interconexión entre el desarrollo sostenible, la paz y la salud, por lo cual son dimensiones altamente influyentes en el logro de los demás objetivos.

Lo cierto es que el carácter interrelacionado de la Agenda 2030 plantea un reto y una oportunidad en la formulación de políticas coherentes (Horvath et al., 2022), que consideren no solo los esfuerzos gubernamentales de los países para avanzar en la consecución de las metas ODS hacia el 2030, sino también los posibles aportes del sector privado. Como advierten Gallo et al. (2023), si las empresas y multinacionales ricas en recursos se involucraran en prácticas de sostenibilidad, sería posible construir relaciones de intercambio en entornos desafiantes que contribuyan a la inclusión, la constitución de instituciones sólidas y la búsqueda de la justicia para todos.

Conclusiones

Las técnicas multivariantes utilizadas permitieron estudiar las asociaciones entre los indicadores de ODS de paz para describir diferencias y similitudes entre países y continentes. Pudo observarse que los países que respetan el derecho a la libre expresión por lo general son aquellos que registran los mejores índices de percepción de la corrupción, e igualmente tienden a presentar altos índices de registro de menores de cinco años ante la autoridad civil. En contraposición, cuando hay corrupción en un país, se evidencia también un déficit en el puntaje de paraísos fiscales corporativos y se registran bajos índices de registro estadístico.

Con relación a la pregunta sobre cuáles son los países del mundo donde se observan actualmente los mayores retos para el fomento y búsqueda de la paz, cabe concluir lo siguiente. Aunque se observa heterogeneidad entre naciones y regiones según los diferentes indicadores analizados, los datos del *Informe de Desarrollo Sostenible 2021* (Sachs et al., 2021) reflejan que el mayor exportador de las principales armas convencionales es Israel. Por otra parte, los tres países que registran los índices de percepción de la corrupción más críticos del mundo son Sudán del Sur, Siria y Venezuela. Entre los países donde se requiere disminuir las altas tasas de homicidio, puede listarse a El Salvador, Jamaica y Lesoto. Así pues, en estas naciones e indicadores particulares se registran las mayores oportunidades de acciones de política pública para consolidar la paz en contextos nacionales.

Respecto a los indicadores ODS de paz que permiten distinguir entre los países del norte y del sur global, puede concluirse que el índice de percepción de la corrupción es uno de los indicadores que genera mayor diferencia entre naciones, de forma que los países del sur global son los que tienen mayores desafíos en este aspecto para alcanzar la paz. Adicionalmente, los países que hacen parte del sur global son los más propensos a registrar elevadas tasas de homicidios y un porcentaje alto de detenidos sin sentencia.

Por otra parte, frente a la identificación de grupos de países con características similares respecto a la construcción de paz, se analizaron las estructuras de covariación existente entre los indicadores y se conformaron seis conglomerados o grupos. Entre estos, el clúster conformado en su mayoría por países del norte global refleja los mejores puntajes

en los indicadores ODS analizados y, por tanto, los mayores avances en promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas.

Por todo lo anterior, los resultados de esta investigación permiten recomendar para estudios futuros el uso de indicadores de paz para hacer comparaciones según países o regiones del mundo, a través de técnicas de modelación. En particular, sería conveniente contrastar datos ODS frente a cifras e índices pertenecientes al Índice Global de Paz, en el cual se incluyen otros factores no considerados por la ONU en el marco de la Agenda 2030. Entre estos, hay variables internas relacionadas con la realidad y la forma de vida de las personas en cada país, como la violencia y la criminalidad, al igual que otros factores externos, como el gasto militar y las guerras en que participa cada país.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Universidad Tecnológica de Bolívar por su apoyo en la realización de esta investigación.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo.

Financiamiento

Los autores no declaran fuente de financiamiento para la realización de este artículo.

Sobre los autores

Edith Johana Medina-Hernández es doctora en estadística multivariante aplicada de la Universidad de Salamanca, España, y profesional en estadística de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es profesora de cátedra en programas de Especialización y Maestría en Estadística Aplicada y Ciencia de Datos.

<https://orcid.org/0000-0003-4207-0333> - Contacto: edith.medina@usal.es

Kelly Johanna Marbello Yepes es magíster en estadística aplicada de la Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, y licenciada en matemáticas de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0003-3873-5363> - Contacto: kmarbello@utb.edu.co

Luis Ricardo Siado-Castañeda es magíster y profesional en matemáticas de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Actualmente es profesor de la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0002-7927-6151> - Contacto: luis.siado@unisimon.edu.co

Referencias

- Aleman, J. (2000). Mecanismos de justificación de la violencia y cultura de paz. *Fomento Social*, 219, 419-433. <https://doi.org/10.32418/rfs.2000.219.2488>
- Aly, E. Elsayah, S., & Ryan, M. J. (2022). A review and catalogue to the use of models in enabling the achievement of sustainable development goals (SDG). *Journal of Cleaner Production*, 340, 130803. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130803>
- Amadei, B. (2021). Systems approach to the sustainability-peace nexus. *Sustainability Science*, 16, 1111-1124. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00902-x>
- Amaruzaman, S., Trong Hoan, D., Catacutan, D., Leimona, B., & Malesu, M. (2022). Polycentric environmental governance to achieving SDG 16: Evidence from Southeast Asia and Eastern Africa. *Forests*, 13, 68. <https://doi.org/10.3390/f13010068>
- Barragán-Fonseca, K. Y., Barragán-Fonseca, K. B., Verschoor, G., Van Loon, J. A., & Dicke, M. (2020). Insects for peace. *Current Opinion in Insect Science*, 40, 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.05.011>
- Cairo, H., & Ríos, J. (2019). Las élites políticas y la paz territorial en Colombia: Un análisis de discurso en torno al Acuerdo de Paz. *Revista Española de Ciencia Política*, 50, 91-113. <https://doi.org/10.21308/recp.50.04>
- Calvillo, J. (2017). La relevancia de la agenda de desarrollo en la negociación del tratado de libre comercio entre Estados Unidos y la Unión Europea. *Política y Sociedad*, 54(3), 825-845. <https://doi.org/10.5209/POSO.52853>
- Cling, J., & Delecourt, C. (2022). Interlinkages between the Sustainable Development Goals. *World Development Perspectives*, 25(3), 100398. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2022.100398>
- Cotte Poveda, A. (2018). Desarrollo económico, violencia y corrupción. *Lecturas de Economía Social*, 19(31), 11-15. <https://doi.org/10.15332/22484914>
- Davenport, C., Melander, E., & Regan, P. M. (2018). *The peace continuum: What it is and how to study it*. Oxford University Press.
- De Groot, O., Bozzoli, C., Alamir, A., & Brück, T. (2022). The global economic burden of violent conflict. *Journal of Peace Research*, 59(2), 259-276. <https://doi.org/10.1177/00223433211046823>
- Doğruel Anuşlu, M., & Ümit Firat, S. (2019). Clustering analysis application on Industry 4.0-driven global indexes. *Procedia Computer Science*, 158, 145-152. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.037>
- Drastichová, M., & Filzmoser, P. (2019). Assessment of sustainable development using cluster analysis and principal component analysis. *Problemy Ekorozwoju*, 14(2), 7-24. <https://bibliotekanauki.pl/artiucles/371108>
- Gallo, P. J., Sosa, S., & Velez-Calle, A. (2023). Business for peace: How entrepreneuring contributes to Sustainable Development Goal 16. *BRQ Business Research Quarterly*, 26(1), 62-78. <https://doi.org/10.1177/23409444221118097>
- Galtung, J. (1996). Peace and conflict research in the age of the cholera: Ten pointers to the future of peace studies. *International Journal of Peace Studies*, 1(1), 25-36. <http://www.jstor.org/stable/45038019>
- Ginty, M. (2010). Hybrid peace: The interaction between top-down and bottom-up peace. *Security Dialogue*, 41(4), 391-412. <https://doi.org/10.1177/0967010610374312>
- Govender, P., & Sivakumar, V. (2020). Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: A review (1980-2019). *Atmospheric Pollution Research*, 11(1), 40-56. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.09.009>
- Hope, K. R. (2020). Peace, justice and inclusive institutions: overcoming challenges to the implementation of Sustainable Development Goal 16. *Global Change, Peace & Security*, 32(1), 57-77. <https://doi.org/10.1080/14781158.2019.1667320>

- Horvath, S. M., Muhr, M. M., Kirchner, M., Toth, W., Germann, V., Hundscheid, L., Vacik, H., Scherz, M., Kreiner, H., Fehr, F., Borgwardt, F., Gühnemann, A., Becsi, B., Schneeberger, A., & Gratzner, G. (2022). Handling a complex agenda: A review and assessment of methods to analyse SDG entity interactions. *Environmental Science & Policy*, 131, 160-176. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.021>
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24(6), 417-441. <https://doi.org/10.1037/h0071325>
- Hotelling, H. (1936). Simplified calculation of principal components. *Psychometrika*, 1(1), 27-35. <https://doi.org/10.1007/BF02287921>
- Huseynov, R., Aliyeva, N., Bezpalov, V., & Syromyatnikov, D. (2023). Cluster analysis as a tool for improving the performance of agricultural enterprises in the agro-industrial sector. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02873-8>
- Institute for Economics and Peace. (2022). *Global Peace Index*. <https://www.visionofhumanity.org/maps/#/>
- Jakob, M., & Steckel, J. C. (2016). Implications of climate change mitigation for sustainable development. *Environmental Research Letters*, 11(10), 104010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/104010>
- Jarstad, A., Eklund, N., Johansson, P., Olivius, E., Saati, A., Sahovic, D., Strandh, V., Söderström, J., Eklund, M., & Åkebo, M. (2019). *Three approaches to peace: A framework for describing and exploring varieties of peace* (Umeå Working Papers in Peace and Conflict Studies 12). Faculty of Social Sciences, Umeå University. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-165979>
- Küfeoğlu, S. (2022). SDG-16: Peace, justice and strong institutions. En *Emerging technologies*. (Sustainable Development Goals Series). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07127-0_18
- Laberge, M., & Touihri, N. (2019). Can SDG 16 data drive national accountability? A cautiously optimistic view. *Global Policy*, 10, 153-156. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12607>
- Lalama Franco, R., & Bravo Lalama, A. (2019). América Latina y los objetivos de desarrollo sostenible: Análisis de su viabilidad. *Revista de Ciencias Sociales*, 25, 12-24. <https://doi.org/10.31876/rcs.v25i1.29591>
- Lopera Chaves, M., & García Vega, L. M. (2015). Factores sociales asociados a la cultura de paz en Colombia. ¿Estamos preparados para el reto? *Desbordes*, 6, 133-150. <https://doi.org/10.22490/25394150.1875>
- Lozares, C., & López, P. (1991). Combinación de métodos factoriales y análisis de conglomerados en R: el paquete FactoClass. *Revista Colombiana de Estadística*, 30(2), 231-245. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v37n0.1595>
- Mac-Ginty, R., Joshi, M., & Lee, S. Y. (2019). Liberal peace implementation and the durability of post-war peace. *International Peacekeeping*, 26(4), 457-486. <https://doi.org/10.1080/13533312.2019.1618189>
- Majerova, I., & Nevima, J. (2017). The measurement of human development using the Ward method of cluster analysis. *Journal of International Studies*, 10(2), 239-257. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2017/10-2/17>
- Marej, K. (2021). Paz positiva: propuestas para un paradigma integrador. *Revista Latinoamericana Estudios de la Paz y el Conflicto*, 3(5), 53-74. <https://doi.org/10.5377/rllpc.v3i5.12456>
- Marujo, H. Á., & Casais, M. (2021). Educating for public happiness and global peace: Contributions from a Portuguese Unesco chair towards the Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(16), 9418. <https://doi.org/10.3390/su13169418>
- McDermott, C. L., Acheampong, E., Arora-Jonsson, S., Asare, R., De Jong, W., Hiron, M., Khatun, K., Menton, M., Nunan, E., Poudyal, M., & Setyowati, A. (2019). SDG 16: Peace, justice and strong institutions - A political ecology perspective. En P. Katila, C. Pierce Colfer, W. de Jong, G. Galloway, P. Pacheco & G. Winkel (Eds), *Sustainable Development Goals: Their impacts on forests and people* (1st ed., pp. 510-540). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108765015.018>
- Medina-Hernández, E. J., Guzmán-Aguilar, D. S., Muñoz-Olite, J. L., & Siado-Castañeda, L. R. (2023). The current status of the sustainable development goals in the world. *Development Studies Research*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/21665095.2022.2163677>

- Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 2(11), 559-572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Peña, D. (2002). Análisis de datos multivariantes. <https://bit.ly/3MaFH03>
- Peters, L.E.R., Kelman, I., & Shannon, G. (2022). Connecting positive peace and positive health in a systems approach to sustainable development at the community level. *Environmental Sciences Proceedings*, 15(1), 46. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022015046>
- Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D., Lucht, W., & Kropp, J. P. (2017). A systematic study of Sustainable Development Goal (SDG) interactions. *Earth's Future*, 5, 1169-1179. <https://doi.org/10.1002/2017EF000632>
- Qazi, A., Angell, L. C., Daghfous, A., & Al-Mhdawi, M. K. (2023). Network-based risk assessment of country-level sustainable development goals. *Environmental Impact Assessment Review*, 99, 107014. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.107014>
- Richmond, O. P., & Mitchell, A. (2011). Peacebuilding and critical forms of agency: From resistance to subsistence. *Alternatives*, 36(4), 326-344. <https://doi.org/10.1177/0304375411432099>
- Ríos Sierra, J., & Gago Antón, E. (2018). Realidades y desafíos de la paz territorial en Colombia. *Revista de Sociología*, 103(2), 281-302. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2361>
- Rojas-Robles, R. (2018). Ambiente y post-acuerdo en Colombia: la construcción de una paz integral y con la naturaleza no-humana. *Gestión y Ambiente*, 21(2), 183-192. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2su4pl.77961>
- Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2021). *The decade of action for the Sustainable Development Goals. Sustainable Development Report 2021*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009106559>
- Sánchez Gómez, J. (2020). *Resultados de Colombia en el índice ODS 2019: más rezagos que objetivos cumplidos*. Observatorio Regional de ODS, Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/47761>
- Shinko, R. E. (2008). Agonistic peace: A postmodern reading. *Millennium*, 36(3), 473-491. <https://doi.org/10.1177/03058298080360030501>
- Steinert, C. V., Steinert, J. I., & Carey, S. C. (2019). Spoilers of peace: Pro-government militias as risk factors for conflict recurrence. *Journal of Peace Research*, 56(2), 249-263. <https://doi.org/10.1177/0022343318800524>
- Taylor, L.K., & Bähr, C. (2022). A multi-level, time-series network analysis of the impact of youth peacebuilding on quality peace. *Journal of Aggression, Conflict and Peace Research*, 15(2), 109-123. <https://doi.org/10.1108/JACPR-02-2022-0685>
- Uribe López, M. (2018). Infraestructuras de paz y estatalidad en Colombia. *Perfiles Latinoamericanos*, 26(51). <https://doi.org/10.18504/pl2651-007-2018>
- Veldhuis, B. (2020). Women waging War and Peace. The relation between female legislators and armed conflict [tesis de Maestría en Gestión y Política Pública Internacional, Erasmus University Rotterdam]. <https://thesis.eur.nl/pub/56293>
- Ward, J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236-244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Widom, C. S. (2017). Long-term impact of childhood abuse and neglect on crime and violence. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 24(2), 186-202. <https://doi.org/10.1037/h0101743>
- Yarnall, K., Olson, M., Santiago, I., & Zelizer, C. (2021). Peace engineering as a pathway to the sustainable development goals. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120753. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120753>