

Análisis de la literatura sobre cobertura de riesgo climático: una revisión sistemática en repositorios internacionales

Gabriela Pesce¹   - Universidad Nacional del Sur, Argentina

Florencia Pedroni  - Universidad Nacional del Sur, Argentina

Etelvina Stefani Chavez  - Universidad Nacional del Sur, Argentina

Verónica Piñeiro  - Universidad Nacional del Sur, Argentina

Resumen

El trabajo analiza la literatura académica sobre cobertura del riesgo climático mediante una revisión sistemática en bases de datos internacionales (Web of Science y Scopus). Los documentos recuperados se someten a dos tipos de análisis: bibliométrico y de contenido. Los resultados denotan interés vigente y creciente sobre el tema, con poca colaboración entre autores, pero mayor colaboración entre países. Se reconocen diez clusters temáticos y se identifica que el tópico puede abordarse desde una perspectiva individual, organizacional o gubernamental, centrado en diferentes objetos de estudio. Surgen recomendaciones de políticas públicas –como la relevancia de difundir y compartir información sobre riesgos climáticos transfronterizos– y para los investigadores –impulsando estudios que analicen la propensión de los agentes a tomar coberturas. Aunque los hallazgos provienen únicamente de bases internacionales, se reconocen significativas aplicaciones prácticas. La originalidad reside en el mapeo de literatura sobre un tema prioritario en la agenda internacional, identificando brechas de conocimiento. El artículo contribuye mediante la recopilación y síntesis de estudios sobre coberturas del riesgo climático, integrando hallazgos y perspectivas que generan una base conceptual para avanzar en futuras investigaciones.

Clasificación JEL: G32, Q50, Q54.

Palabras clave: seguro, derivado climático, riesgo meteorológico, índice climático, cambio climático, objetivo de desarrollo sostenible 13 (ODS 13).

Analysis of the literature on climate risk coverage: a systematic review in international repositories

Abstract

The paper examines the academic literature on climate risk coverage through a systematic review in international databases (Web of Science and Scopus). The retrieved documents undergo two types of analysis: bibliometric and content analysis. The results indicate current and increasing interest in the topic, with little collaboration among authors but greater collaboration among countries. Ten thematic clusters are recognized, and it is identified that the topic can be approached from an individual, organizational, or governmental perspective, focusing on different objects of study. Recommendations for public policies emerge, such as the importance of disseminating and sharing information on transboundary climate risks, and for researchers, encouraging studies that analyze agents' propensity to take coverage. Although the findings come solely from international databases, significant practical applications are recognized. The originality lies in mapping literature on a priority topic on the international agenda, identifying knowledge gaps. The article contributes by compiling and synthesizing studies on climate risk coverage, integrating findings and perspectives that provide a conceptual basis for advancing future research.

JEL Classification: G32, Q50, Q54.

Keywords: insurance, climate derivative, weather risk, climate index, climate change, Sustainable Development Goal 13 (SDG 13).

¹ Autor de correspondencia: Email: gabriela.pesce@uns.edu.ar. Instituto de Investigación en Ciencias de la Administración, Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur (IICA-DCA-UNS). San Andrés 800, Campus Altos de Palihue, Bahía Blanca (8000), Provincia de Buenos Aires, Argentina. Teléfono: +54 0291 4595132, int. 2530.

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación



1. Introducción

Fenómenos como el exceso o déficit de humedad en los suelos, las altas o bajas temperaturas, los huracanes, ciclones y tornados, los incendios, la caída de granizo, entre otros, producen impactos sobre la vida en el planeta, con consecuencias de diversa índole, entre ellas, económicas. La exposición a estos eventos se conoce como riesgo climático y por su naturaleza están caracterizados por su dificultad de previsión.

El interés de la sociedad por el riesgo climático puede manifestarse mediante la información disponible en la web, como lo expone el gráfico 1, que muestra una tendencia creciente a referencias y búsquedas sobre el tema a nivel mundial. Es posible que esta creciente preocupación se corresponda con un incremento del riesgo debido al cambio climático. Asimismo, la relevancia del fenómeno se visualiza en la existencia de un objetivo de desarrollo sostenible específico (ODS 13) referido al cambio climático y sus efectos. Además del calentamiento global y el aumento del nivel del mar, los efectos del cambio climático también comprenden inundaciones y sequías, que desplazan a gran parte de la población haciéndola más proclive a la pobreza y al hambre, negándole el acceso a servicios básicos como la salud y la educación, incrementando las desigualdades y limitando el crecimiento económico (Organización Naciones Unidas [ONU], 2023a).



Gráfico 1. Tendencia del término de búsqueda “*climate risk*” a nivel mundial

Fuente: Google trends: <https://trends.google.es/> (2023).

La comunidad académica en particular también demuestra interés en la problemática, convocando a investigaciones específicas sobre cómo las finanzas abordan el fenómeno del cambio climático a partir de estrategias de cobertura y mitigación de la exposición riesgo creciente (Kousky, 2019), que obliga a los países (Aligishiev et al., 2022), a las organizaciones y a los individuos, a gestionar en escenarios de mayor vulnerabilidad (Ranger et al., 2022).

El impacto del riesgo climático varía regionalmente, ya que depende de diversos aspectos como las características geográficas, la actividad económica predominante -siendo el sector agropecuario uno de los más expuestos- y el grado de cobertura a tales riesgos. En ese orden de ideas, los derivados climáticos son instrumentos de cobertura de riesgos climáticos donde la variable de la cual depende el valor del contrato está vinculada a fenómenos meteorológicos o índices climáticos subyacentes (Thomasz & Casparri, 2015; Vázquez & García Fronti en Casparri & García Fronti, 2010).

Del conjunto de derivados climáticos, es posible distinguir los seguros tradicionales (no paramétricos) en los que se audita el efecto del daño para estimar la compensación, y los contratos paramétricos (Thomasz & Casparri, 2015). Estos últimos instrumentos otorgan compensaciones contingentes en función a la evolución de un índice climático o meteorológico subyacente, o de alguna variable correlacionada con los efectos del clima. Los índices subyacentes pueden construirse y estimarse a partir de datos generados por estaciones meteorológicas y/o de imágenes satelitales. Los contratos de cobertura del riesgo climático con base en índices son un producto que se encuentra en pleno desarrollo en el mercado financiero mundial, de la mano de los avances tecnológicos y la disponibilidad de información climática (Lin & Kwon, 2020).

Con el fin de conocer el aporte de la ciencia en el tema comentado precedentemente, este trabajo tiene como objetivo analizar la literatura académica sobre cobertura del riesgo climático a partir de una revisión sistemática. Dicha revisión se desarrolla a partir de la búsqueda de literatura en bases de datos internacionales (Web of Science y Scopus) siguiendo un protocolo de investigación. Para obtener los resultados, los documentos recuperados de la búsqueda se someten a dos tipos análisis, bibliométrico y de contenido.

El artículo presenta aportes teóricos y prácticos. A nivel teórico, a través de una revisión sistemática de la literatura (Snyder, 2019), el documento recopila -bajo estricto protocolo- y sintetiza investigaciones previas sobre la cobertura del riesgo climático al integrar hallazgos y perspectivas de estudios anteriores. Esto genera una base conceptual y de antecedentes para avanzar en el conocimiento y facilitar el desarrollo de la teoría (Webster & Watson, 2002). A nivel empírico, el artículo contribuye con el logro de varias metas del ODS 13 sobre acción por el clima que pretende incorporar el cambio climático como cuestión primordial en las políticas, estrategias y planes de estados, empresas y sociedad civil, mejorando la respuesta a los problemas que produce, e impulsando la educación y sensibilización de toda la población en relación al fenómeno. Específicamente, aporta conocimiento para promover la consecución de metas como robustecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos climáticos y los eventos extremos en todas las naciones; integrar las medidas de cambio climático en las políticas nacionales; y promover mecanismos para incrementar la capacidad de planificación y gestión eficaces relacionadas con el cambio climático en los países en desarrollo (ONU, 2023a). Asimismo, el artículo está alineado con las seis acciones clave propuestas por el Secretario General de la ONU a los gobiernos, empresas y líderes financieros para confrontar los impactos climáticos mediante una financiación climática (ONU, 2023b).

Además de esta sección introductoria, el resto del artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 expone la estrategia metodológica, incluyendo el protocolo de búsqueda y los tipos de análisis de datos. Posteriormente, en el apartado 3 se presentan y discuten los resultados del análisis bibliométrico (3.1.) y de contenido (3.2). Finalmente, en la parte 4 se destacan las contribuciones del artículo, se señalan las limitaciones y se proponen las futuras líneas de investigación.

2. Protocolo de revisión y metodología

Una revisión sistemática de la literatura es un enfoque de investigación exhaustivo y riguroso que busca recopilar, evaluar y sintetizar de manera objetiva toda la evidencia científica disponible sobre un tema específico. Según Green et al. (2006), se trata de una estrategia que permite identificar, seleccionar y analizar críticamente estudios relevantes, siguiendo un protocolo predefinido. Además, de acuerdo con Moher et al. (2009), esta metodología busca minimizar el sesgo y maximizar la transparencia al utilizar criterios de inclusión y exclusión claros, realizar una búsqueda sistemática en múltiples bases de datos y aplicar una evaluación de calidad metodológica a los estudios incluidos. La síntesis de los resultados se lleva a cabo de manera sistemática, utilizando métodos estadísticos y técnicas de metaanálisis cuando es posible (Higgins et al., 2019). En resumen, la revisión sistemática de la literatura es una estrategia de investigación reconocida que proporciona una visión crítica y completa del estado actual del conocimiento en un campo determinado (Borenstein et al., 2011).

Con el fin de responder al objetivo de investigación, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura en las bases de datos de Scopus y Web of Science (WOS), durante el mes de marzo de 2023. Para ello, tal como se aprecia en la figura 1 se buscan tres bloques de términos en conjunto: el primero se encuentra relacionado al tipo de riesgo bajo análisis, el segundo abarca términos relacionados a la cobertura de riesgos y el tercero engloba palabras que describen instrumentos financieros de cobertura. Específicamente, se utilizan los siguientes términos de búsqueda, en el título, resumen y palabras clave de los artículos:

TITLE-ABS-KEY

((("climate risk") OR ("weather hazard") OR ("meteorological risk") OR ("climate uncertainty") OR ("weather uncertainty") OR ("climate index"))

AND

((coverage) OR (hedg) OR ("damage mitigation"))*

AND

((insurance) OR (derivative) OR (option) OR (call) OR (put) OR (forward) OR (future)))

Es importante destacar que no se aplica ningún filtro de año, por lo que se tienen en cuenta las publicaciones de cualquier momento del tiempo. Tampoco se diferencia por tipo de idioma, considerando todos los resultados arrojados. Las bases de datos son elegidas debido a que se trata de repositorios de fuentes internacionales con un alto impacto académico, que poseen herramientas de búsqueda avanzada y permiten exportar los registros en diferentes formatos.

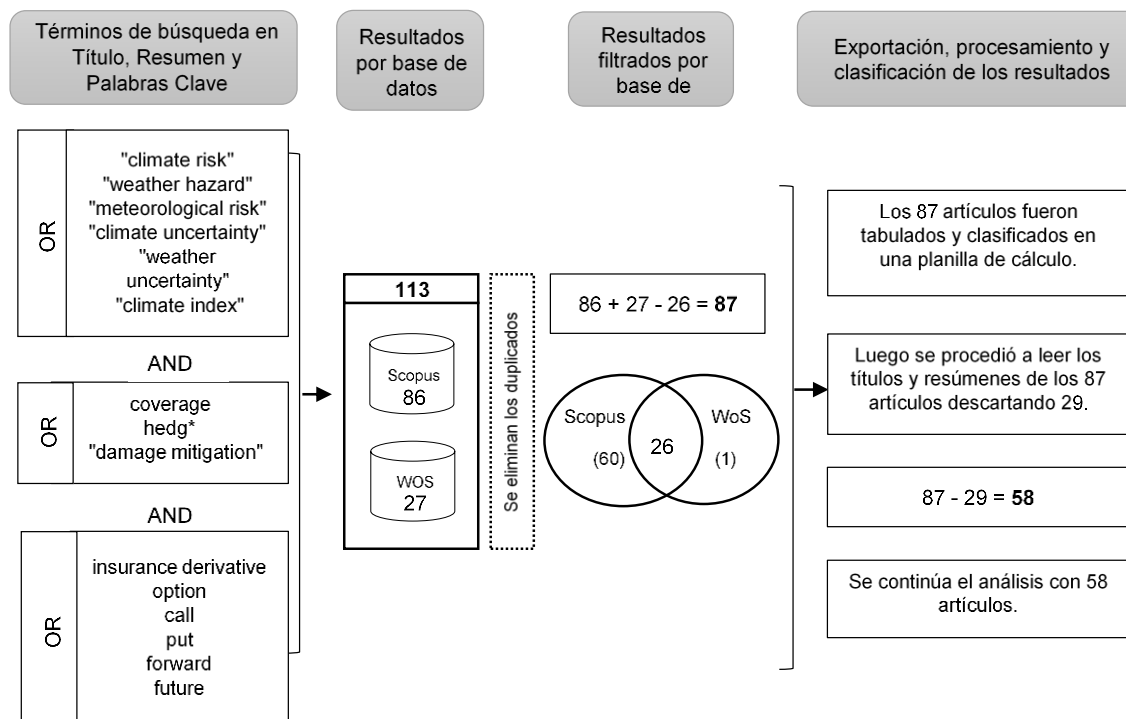


Figura 1. Proceso de la revisión sistemática de la literatura

Fuente: elaboración propia.

Así, se encuentran 86 resultados en Scopus y 27 en WOS, arribando a un total de 113 resultados. De esos textos, 26 se encuentran duplicados en ambas bases, por lo que se llega a 87 elementos sin repetir, que se exportan y se tabulan en la planilla de cálculo. Seguidamente, se realiza la lectura del título, resumen y palabras clave de todos ellos, excluyendo 29 trabajos debido a que no se encuentran relacionados con la temática. Ejemplos de este tipo de documentos son aquellos que tienen que ver con ciencias ambientales, biología, salud, arquitectura, etc., en los que no se realiza una cobertura del riesgo estudiado. De esta manera, queda un total de 58 artículos para su análisis.

A partir de los 58 resultados obtenidos, se realiza un análisis que se divide en dos partes. En primer lugar, se lleva a cabo un análisis bibliométrico comenzando por un examen temporal de las publicaciones, sus fuentes y su relevancia en función a la cantidad de citas, tanto en términos absolutos como relativos. A continuación, se explora la colaboración entre autores y entre países, así como el país de procedencia de las investigaciones. Para ello se utiliza el software VOSviewer versión 1.6.19 (<https://www.vosviewer.com/>), contemplando un tesoro revisado de autores y países de las publicaciones.

En la segunda parte, se emplea un análisis de contenido manual (Bardin, 2011; Flick, 2013) basado en una planilla de elaboración propia mediante la cual se clasifican los textos revisados según diferentes criterios, facilitando la organización y la comprensión de los hallazgos. El análisis de contenido incluye a su vez dos sub-análisis. Primero, un examen conceptual de los resultados, clasificándolos por perspectiva y objetos de estudio. Adicionalmente, se aplica un análisis de frecuencia de palabras en títulos y resúmenes utilizando Voyant Tools (<https://voyant-tools.org/>). Esta técnica ayuda a identificar las palabras más frecuentes y destacadas en los textos revisados,

brindando una visión general de los temas principales abordados en la literatura analizada. Segundo un análisis de co-ocurrencia de palabras clave mediante VOSviewer, lo que permite identificar las relaciones y los patrones emergentes entre los conceptos clave presentes en los textos. Para este análisis se realiza una revisión de la lista de palabras clave para el armado del tesaurus, que originalmente contaba con 474 términos, concluyendo en una base de 123 palabras, solo al efecto del análisis temático de las publicaciones. Por ejemplo, los siguientes términos: *agricultural yields*, *crop damage*, *crop production*, *crop yield*, *crop yield change*, *cropping intensity*, *yield*; son sustituidos por “*agricultural yield*”.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis bibliométrico

PUBLICACIONES POR AÑO

El examen temporal de las 58 publicaciones (gráfico 2) denota la actualidad de la temática estudiada que comienza en 2005 de forma muy incipiente, remonta sobre 2019 con 5 documentos por año y alcanza un máximo de 15 publicaciones en 2021. Asimismo, es destacable mencionar que las publicaciones sobre cobertura financiera de riesgo climático emergen casi una década después de la aparición del primer derivado climático en la industria energética de Estados Unidos en 1996 (Jewson & Brix, 2005)².

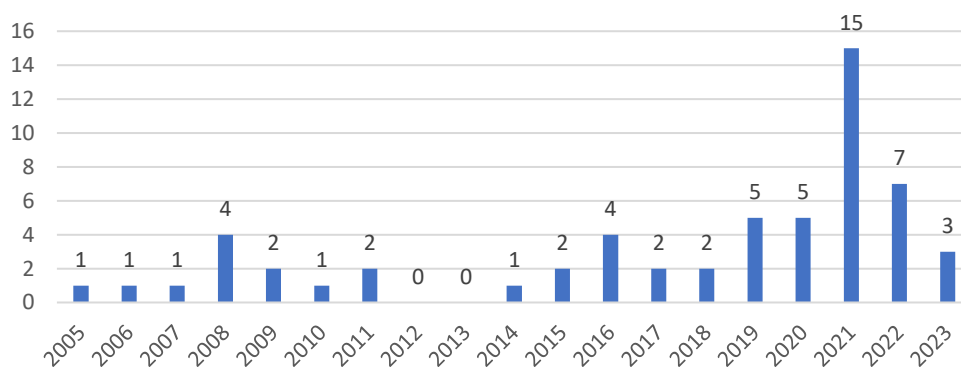


Gráfico 2. Publicaciones por año

Fuente: elaboración propia.

EXAMEN DE PUBLICACIONES SEGÚN LA FUENTE

Respecto a la fuente, se observa una gran variedad (54 fuentes para 58 documentos), siendo solo cuatro los *journals* que tienen más de una publicación, a saber: *Agricultural Finance Review*; *Ecological Economics*; *Journal of Financial Stability*; and *Journal of Risk and Insurance*. Considerando el tema del *journal* inferido por el contenido de su título se observa preeminencia de fuentes del área

² Si con las mismas bases bibliográficas se utilizan términos de búsqueda menos específicos que los descriptos en este trabajo, como “weather derivative*”, las publicaciones más antiguas datan de 1999.

económico financiera, seguida por *journals* abocados a cuestiones climáticas y ambientales y en tercer lugar por *journals* sobre riesgo (gráfico 3).

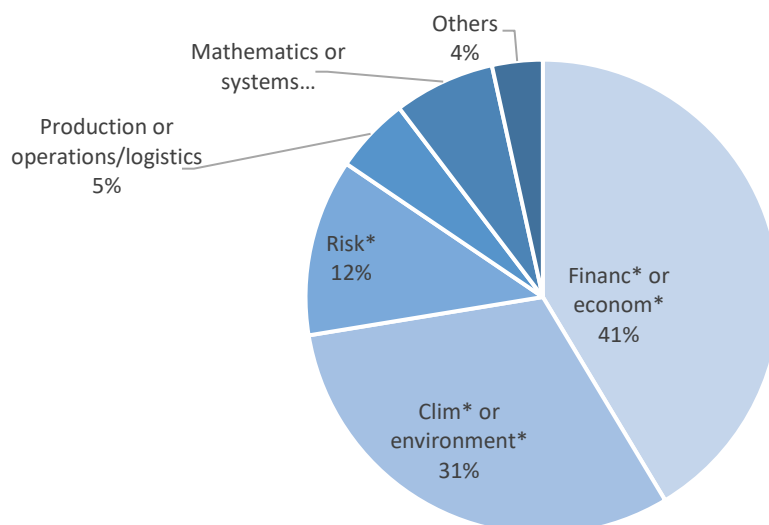


Gráfico 3. Temas principales de las revistas según su título
Fuente: elaboración propia.

EXAMEN DE PUBLICACIONES SEGÚN LA CITACIÓN

Los documentos más citados en términos absolutos (cantidad de citas totales) y relativos (cantidad de citas por año) se exhiben en el gráfico 4. Los artículos de mayor citación en términos absolutos corresponden a Botzen et al. (2009), Engle et al. (2020), Andersson et al. (2016), Aerts & Botzen (2011) y Musshoff & Odening (2011), con 260, 108, 101, 87 y 61 citas respectivamente. Considerando la cantidad de citas por año, se destacan Engle et al. (2020), Giglio et al. (2021), Botzen et al. (2009), Huynh & Xia (2021) y Andersson et al. (2016) como escritos más citados en términos relativos.

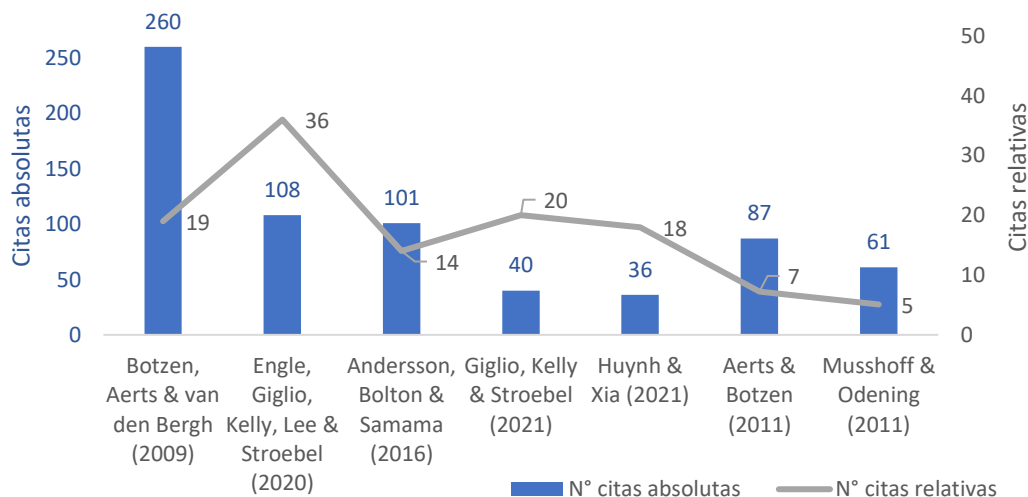


Gráfico 4. Artículos más citados en términos absolutos y relativos
Fuente: elaboración propia.

Puede observarse que los artículos de Botzen et al. (2009), Engle et al. (2020) y Andersson et al. (2016) figuran en el análisis bajo ambos criterios de citación (absoluto y relativo), resaltando la importancia de los mismos. Dicha prevalencia también se aprecia en la figura 2 por el tamaño de los nodos de tales autores. En esta figura, el color indica el momento temporal de la publicación, encontrándose cada uno de estos textos separados temporalmente por entre 7 y 4 años, lo que realza la importancia en la citación de los textos más recientes. A partir de estas exploraciones, puede inferirse que Botzen et al. (2009) representa una investigación seminal en la temática, mientras que Engle parece ser un abordaje actual del tema con buena recepción en la academia. En la sección 3.2.1 sobre el análisis de contenido se relatan las temáticas abordadas en estos textos.

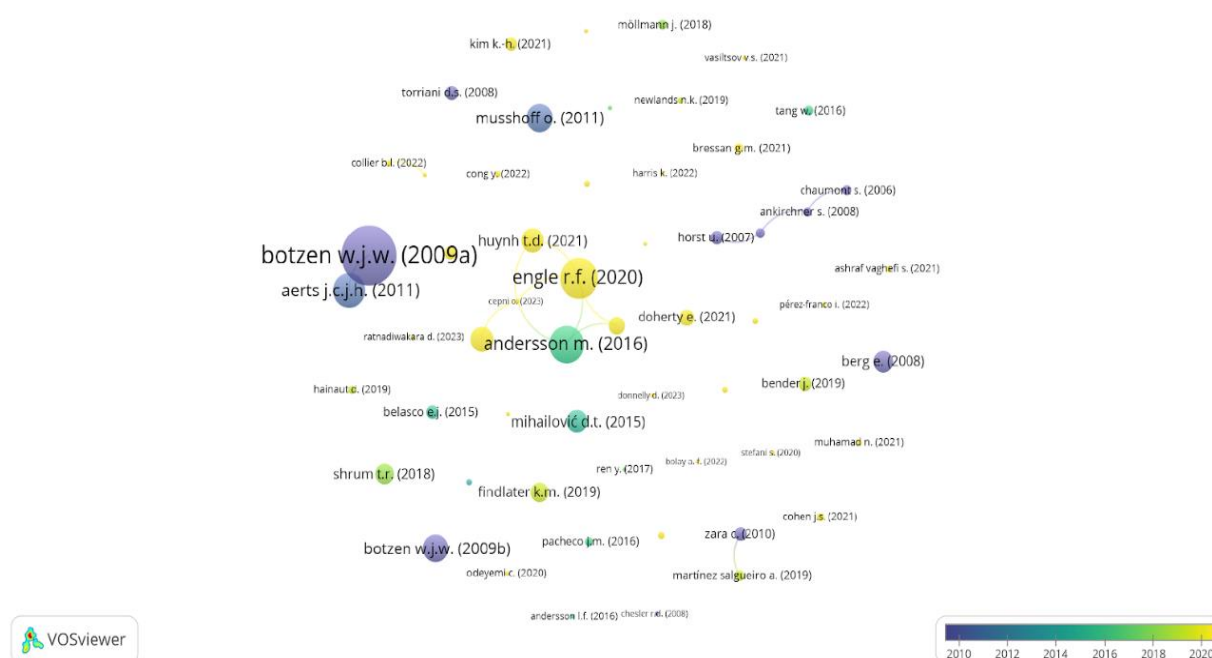


Figura 2. Análisis de citación absoluta a través del tiempo

Fuente: elaboración propia con VOSviewer.

EXAMEN DE COAUTORÍA COLABORACIÓN ENTRE AUTORES

La coautoría como forma de colaboración científica permite observar relaciones entre autores que han trabajado juntos para producir uno o más artículos. La red de autores de los textos bajo análisis denota poca colaboración: la base de datos contiene 172 autores que solo se conectan para la coautoría de un trabajo. La red de coautoría (figura 3) muestra dispersión y grupos aislados de autores con pocos vínculos entre ellos.

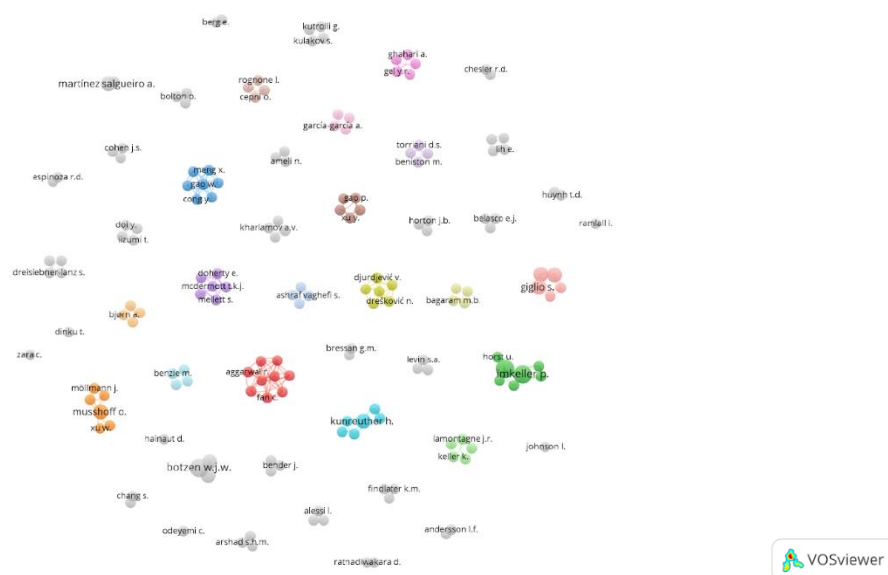


Figura 3. Análisis de coautoría

Fuente: elaboración propia con VOSviewer.

PAÍS DE PROCEDENCIA DE LA INVESTIGACIONES Y COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES

La filiación de los autores de los 58 estudios analizados provienen de 30 países, siendo EEUU y Alemania los países con más artículos publicados sobre este tema. Los países que han recibido más citas, a juzgar por el tamaño de los nodos, son Estados Unidos, Países Bajos y Suecia. Asimismo, los países con una importante actividad agrícola (por ejemplo, Estados Unidos) o expuestos a graves riesgos climáticos (por ejemplo, Japón) son los que más han contribuido. Esto se ve reforzado por el hecho de que estos países son los que tienen una historia más larga de seguros y medidas gubernamentales de apoyo a su aplicación (Smith & Glauber, 2012).

Si bien se esperaba que países con perfil agroexportador, como Rusia, Brasil, Nueva Zelanda, Ucrania, Australia, Uruguay, Paraguay y Argentina, estén investigando sobre el tema, el predominio de las publicaciones de países desarrollados puede deberse al idioma y las bases de búsqueda seleccionadas para este estudio (importación de sesgo geográfico de la base de datos).

A diferencia de la red de colaboración entre autores (figura 3), en la red de coautoría de países se observa una mayor colaboración. De los 30 países identificados, 22 están conectados, lo que implica colaboración entre ellos en la realización de investigaciones sobre el tema. En la figura 4, el tamaño de los nodos indica la fuerza del vínculo, es decir, el número de conexiones de cada país. Se puede observar que EEUU es el país que más ha colaborado y enlaza varios grupos de países.

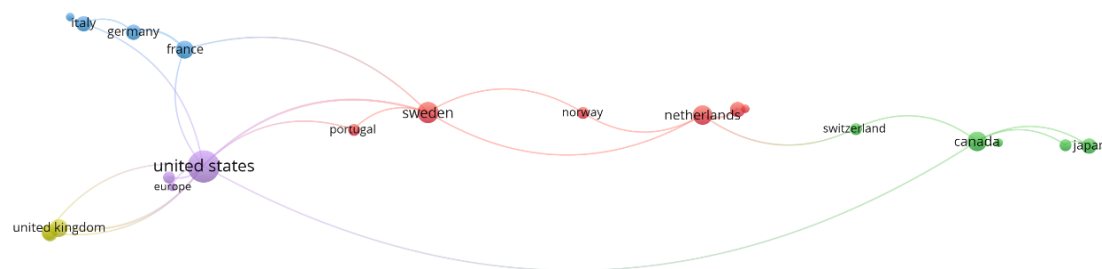


Figura 4. Red de investigación colaborativa entre países por filiación de sus autores
Fuente: elaboración propia con VOSviewer.

ACOPLAMIENTO BIBLIOGRÁFICO

El acoplamiento bibliográfico permite analizar las similitudes entre los marcos teóricos de los artículos pues considera trabajos que tienen referencias bibliográficas en común. En la figura 5 se pueden observar las conexiones entre autores que referencian a un tercer trabajo en común en la bibliografía de sus artículos. Los colores indican el año, por lo que los nodos amarillos muestran relaciones temporalmente más recientes. De los 170 autores de la base de datos 119 están conectados a través de la literatura que utilizan como marco conceptual de sus investigaciones.

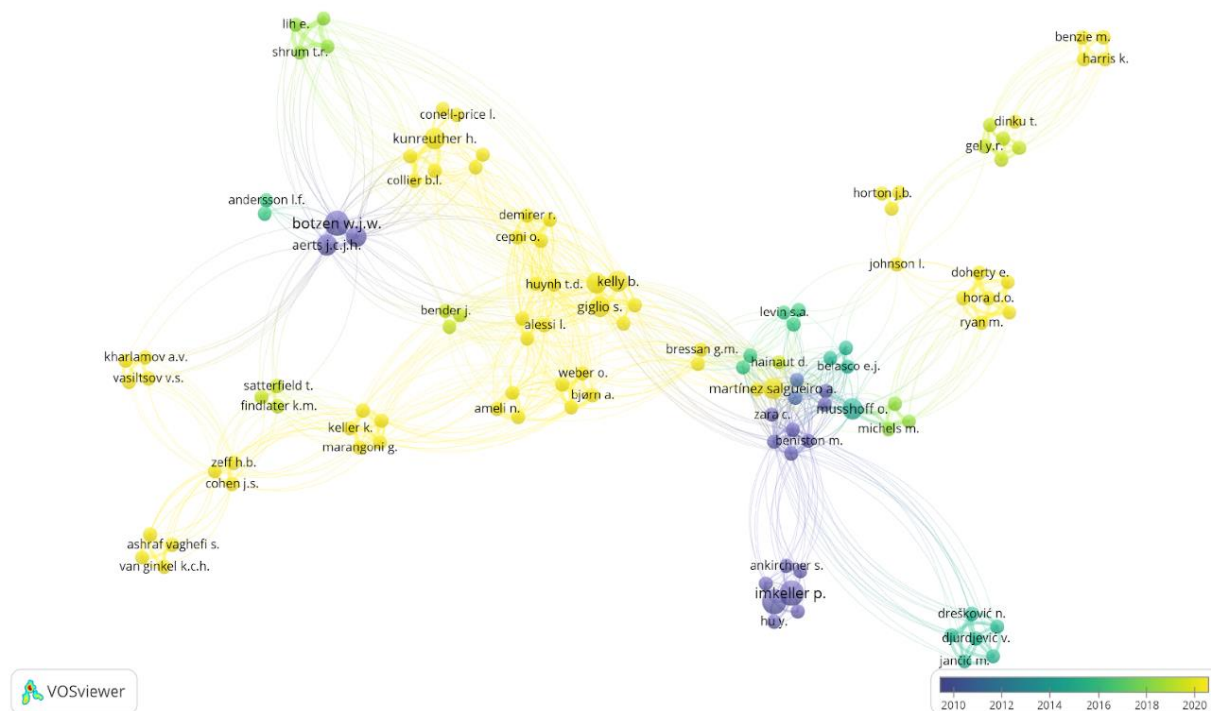


Figura 5. Acoplamiento bibliográfico entre autores a través del tiempo
Fuente: elaboración propia con VOSviewer.

3.2. Análisis de contenido

3.2.1. Análisis conceptual por perspectiva y objetos de estudio

La primera cuestión a resaltar es que los textos indican el agravamiento del problema del riesgo climático, que siempre existió y fue aleatorio, producto del cambio climático. La literatura refiere a la exposición de riesgos climáticos desde diferentes aristas. Mediante un análisis conceptual de los hallazgos de la revisión sistemática, se logran identificar al menos tres perspectivas de los sujetos expuestos a este problema: la individual, la organizacional, y la gubernamental (tabla 1).

Tabla 1. Perspectivas de análisis, riesgos y objetos de estudio

	Perspectiva individual	Perspectiva organizacional	Perspectiva gubernamental
Riesgos climáticos	inundación incendios temperatura	precipitaciones en exceso (inundación) o defecto (sequía) temperatura días de nieve granizo heladas vientos incendios	emisiones de dióxido de carbono y otros GEI huracanes riesgos climáticos transfronterizos
Objeto de estudio	inundación de hogares confort térmico diversificación inversiones aversión al riesgo climático	actividad agrícola actividad ganadera actividad forestal industria energética aviación /empresas aeronáuticas turismo y eventos culturales transporte de bienes y personas	políticas necesarias en general desarrollo urbano salud pública financiamiento de coberturas información abierta sobre catástrofes y riesgos climáticos
Referencias	Aerts & Botzen (2011); Andersson et al. (2016); Ankirchner et al. (2008); Botzen & van den Bergh (2009); Botzen et al. (2009); Chaumont et al. (2006); Collier et al. (2022); Conell-Price et al. (2022); Cong et al. (2022); Findlater et al. (2019); Pacheco et al. (2016); Ratnadiwakara & Venugopal (2023)	Alessi et al. (2021); Andersson & Kesitalo (2016); Ashraf Vaghefi et al. (2021); Bagaram et al. (2020); Belasco et al. (2015); Berg & Schmitz (2008); Bolay et al. (2022); Bressan & Romagnoli (2021); Cepni et al. (2023); Dinku (2020); Doherty et al. (2021); Donnelly et al. (2023); Engle et al. (2020); Espinoza & Morris (2017); Hainaut (2019); Horst & Müller (2007); Hu et al. (2005); Huynh & Xia (2021); Johnson (2021); Kim et al. (2021); Martínez-Salgueiro & Tarrazon-Rodon (2021); Martínez-Salgueiro (2019); Mihailović et al. (2015); Möllmann et al. (2018); Musshoff & Odening (2011); Myint et al. (2021); Newlands et al. (2019); Pérez-Franco et al. (2022); Ramlall (2014); Ren et al. (2017); Shrum et al. (2018); Simbürger et al. (2022); Stefani et al. (2020); Tang & Chang (2016); Torriani et al. (2008); Zara (2010)	Bender et al. (2019); Chesler & Lichtenstein (2008); Cohen et al. (2021); Giglio et al. (2021); Harris et al. (2022); Horton et al. (2021); Marangoni et al. (2021); Muhamad et al. (2021); Odeyemi (2020); Vasiltssov et al. (2021)

Fuente: elaboración propia.

La perspectiva predominante para estudiar el problema es la organizacional, que representa el 62% de los artículos (36/58), concentrándose en los efectos y coberturas del riesgo climático sobre actividades económicas, como las agropecuarias, energéticas, de turismo y transporte, entre otras. La perspectiva individual representa el 21% de los artículos (12/58) y estudia predominantemente la aversión y cobertura para el riesgo de inundación en hogares y otros efectos climáticos localizados como los incendios. Finalmente, la perspectiva gubernamental tiene una presencia de 17% dentro de los textos analizados (10/58), que reflexionan sobre políticas necesarias para riesgos climáticos transfronterizos en general, los problemas de su cobertura, su financiamiento y la necesidad de acceso a información abierta sobre catástrofes naturales.

Los artículos dan tratamiento a la reducción de exposición al riesgo climático mediante diversas decisiones que pueden agruparse en dos vías: (i) con instrumentos de cobertura de ese riesgo, principal objeto de esta revisión sistemática. Por ejemplo, con contratos de seguros, futuros, opciones, etc.; y (ii) con estrategias y decisiones que reducen la exposición a ese riesgo, por ejemplo, a través de la diversificación, el incremento de stocks, técnicas agronómicas, entre otras.

En la sección anterior se identifican tres textos particularmente relevantes según su citación absoluta y relativa (Botzen et al., 2009; Engle et al., 2020; y Andersson et al., 2016), cuyo análisis de contenido se realiza a la luz de las perspectivas de análisis, objetos de estudio y estrategias de cobertura identificadas (tabla 2). Botzen et al. (2009) investigan sobre la disposición a introducir cambios en las viviendas que permitan reducir el riesgo climático de inundación en hogares, a cambio de beneficios en las pólizas de seguros. Para ello aplican un cuestionario a ciudadanos de Países Bajos, encontrando que la mayoría está dispuesta a invertir en medidas de mitigación, por ejemplo, en bolsas de arena como barrera de agua, cambio de ubicación en las instalaciones de calefacción, o pisos resistentes al agua. En particular, la propensión a comprar bolsas de arena está afectada por la percepción de responsabilidad del gobierno y su compensación, la percepción del riesgo, el conocimiento del tema y las características geográficas de la zona.

Engle et al. (2020) realizan un análisis de cobertura del riesgo climático global a partir del análisis textual de noticias mediante la construcción de carteras diversificadas de acciones e índices complementarios de cambio climático en los medios de comunicación. Para representar la exposición al riesgo climático de cada empresa utilizan el puntaje de desempeño ambiental ESG (ambiental, social y gobernanza). El enfoque utilizado implica reconocer que las noticias tienen eventos relevantes para los inversores, en tanto cambian las probabilidades subjetivas del riesgo climático y por lo tanto el precio de los activos financieros. Los autores logran demostrar el método propuesto produce carteras equilibradas que funcionan adecuadamente para la cobertura del riesgo climático global a partir de novedades que surgen de las noticias.

En línea con el artículo anterior, pero centrado en un inversor individual pasivo con tenencias a largo plazo, Andersson et al. (2016) resuelven un problema de optimización de inversiones a partir de un índice descarbonizado de acciones, minimizando las desviaciones negativas respecto a un *benchmark* (*tracking error*) pero permitiendo mejor desempeño de la cartera, sostenido en la premisa de que el mercado financiero actualmente no valora el riesgo de carbono. Si bien ninguno de los textos realiza un análisis desde una perspectiva gubernamental, todos ellos refieren a la necesidad de políticas de mitigación del riesgo climático.

Tabla 2. Análisis de contenido de los artículos con mayor citación

Artículo	Riesgo y objeto de estudio	Perspectiva	Estrategia de reducción de exposición al riesgo climático
Botzen et al. (2009)	Inundación en hogares	Individual	Cobertura mediante seguros + medidas físicas de mitigación del riesgo
Engle et al. (2020)	Riesgo climático global sobre el precio de las acciones	Organizacional	Cartera diversificada de títulos con diferente sensibilidad a las noticias sobre riesgo climático global
Andersson et al. (2016)	Riesgo por emisiones de dióxido de carbono	Individual	Cobertura mediante diversificación en un índice descarbonizado de acciones

Fuente: elaboración propia.

En la figura 6 se exhibe una nube de palabras utilizando la herramienta Voyant Tools, considerando las 205 palabras con mayor frecuencia de aparición, a partir de una base de datos con los títulos, resúmenes y palabras clave que totalizan 13.996 términos totales. Fueron excluidas las palabras del idioma inglés utilizadas como conectores, artículos, preposiciones, etc.; así como también los términos clave utilizados para la búsqueda de la literatura. Puede observarse alta frecuencia de aparición, denotada por el tamaño de las palabras en la nube, de los términos “*change*”, “*management*”, “*production*”, “*decision*”, “*adaptation*”, “*information*”, “*risks*”, entre otros. Para entender más sobre el contexto de esto términos se procede en la subsección siguiente a un análisis de co-ocurrencia de términos clave.



Figura 6. Nube de palabras más frecuentes excluyendo los términos de búsqueda
Fuente: elaboración propia utilizando Voyant Tools.

3.2.2. Análisis temático por co-ocurrencia de palabras clave

En la figura 7 se presenta un gráfico de red de las palabras con mayor frecuencia que aparecen por proximidad (sin filtrar los términos de búsqueda). Los términos clave son *climate*, *insurance* y *risk* y las palabras próximas representan las combinaciones terminológicas más frecuentes. Puede observarse que, descontando los términos de búsqueda, la gestión del riesgo y el cambio climático son los conceptos que toman mayor protagonismo.



Figura 7. Red de proximidad de las palabras más frecuentes

Fuente: elaboración propia utilizando Voyant Tools.

Tal como se explicó en la sección de metodología, para quitar el impacto de palabras con significado similar, se reformuló el tesauro de palabras clave, sustituyendo algunos términos por sinónimos llegando a una nueva base de datos con 123 palabras clave que son analizadas por su co-ocurrencia. En la red de palabras (figura 11), el tamaño de los nodos indica la cantidad de ocurrencias, siendo las más frecuentes: *climate change*, *climate risk*, *climate*. Los términos clave pueden ser agrupados en 10 *clusters* de acuerdo a sus vínculos, identificados por su color en la figura 8.

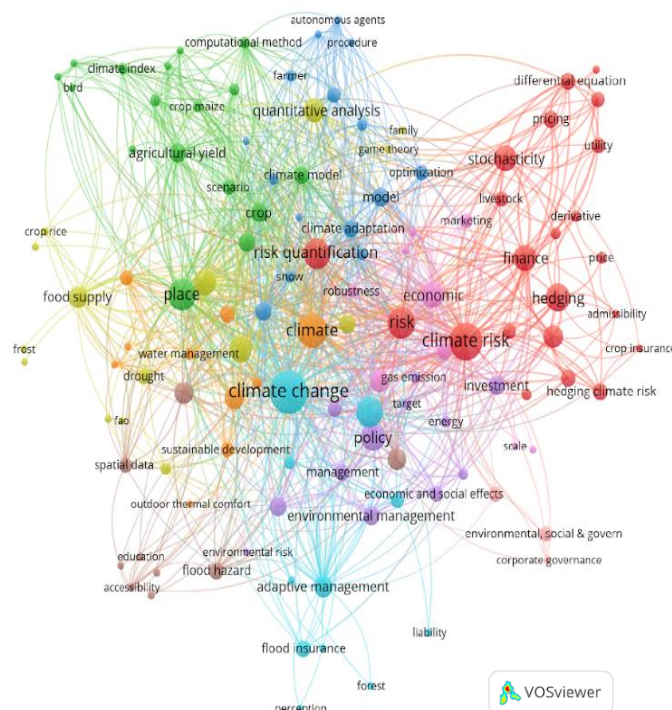


Figura 8. Red de palabras clave agrupadas en *clusters*

Fuente: elaboración propia con VOSviewer.

A partir de un análisis de los *clusters* ilustrados en la figura 8, se propone definir cada uno de ellos con una temática y una descripción de los temas vinculados (figura 9). Dicho análisis es clave al realizar las principales ópticas desde las que se estudia el problema del riesgo climático en la literatura académica.

1 (rojo) Financiero	•Predominan términos asociados al riesgo (<i>stochasticity, downside risk, risk quantification, climate risk</i>), a los instrumentos financieros de cobertura (<i>crop insurance, weather derivative, derivative, diversification, hedging</i>) y al problema de su valuación (<i>price, pricing, equilibrium, differential equation</i>).
2 (verde) Agropecuario	•Incluye términos específicos de actividades agropecuarias, vinculadas a cultivos, tales como <i>crop, corn, pineapple, soya, tomato, wheat, maize, agricultural yield</i>; así como del comportamiento climático (<i>scenario, climate classification, climate index, climate model, place, etc.</i>).
3 (azul) Proceso decisorio	•Presenta términos asociados al individuo o sujeto que debe decidir (<i>farmer, human, autonomous agents</i>) así como vinculados a elementos o métodos que influyen en el proceso de toma de decisiones (<i>cognition, incentive, optimization, model, procedure, decision making, game theory</i>) y también algunas específicas climáticas, tales como <i>winter, snow, climate adaptation</i>.
4 (lima) Provisión de alimentos	•Se vinculan palabras asociadas a la producción de alimentos (<i>food supply, agriculture, FAO, climate services, safety</i>), a los riesgos climáticos principales que afectan este tipo de actividades (<i>rainfall, drought, frost</i>) y a su cobertura (<i>index insurance, risk management, quantitative analysis</i>).

5 (violeta) Desarrollo sostenible y política	• Por un lado, se encuentran referencias al desarrollo sostenible en temas clave y efectos sobre sus dimensiones (<i>economic and social effects, economic and environmental effects, environmental management, environmental risks, energy, gas emission</i>) y por otro lado, a las políticas y objetivos (<i>policy, investment, target, variation, institucional, management</i>).
6 (turquesa) Cambio climático	• Refiere al fenómeno del cambio climático y modificaciones que lo acompañan (<i>climate change, characteristics, forest, urbanization</i>) y formas de combatirlo (<i>mitigation, adaptive management, flood insurance, insurance</i>).
7 (naranja) Clima, agua y desechos	• Clima es la palabra central de este <i>cluster</i> que incorpora dos temas claves del desarrollo sostenible (<i>sustainable development</i>): la gestión del agua (<i>water management, evapotranspiration, agricultural water, reservoirs</i>) y de los <i>desechos</i> (<i>waste management</i>). Asimismo se observan términos generales de análisis del tema, tales como <i>information, methodology</i>.
8 (marrón) Información y riesgos de desastres	• En este grupo de palabras aparecen cuestiones vinculadas a la información (<i>spacial data, accesibility, education</i>) y los riesgos de eventos extremos (<i>disaster risk reduction, extreme weather, flood hazard, Sendai Framework</i>). Los datos se convierten en un insumo sustancial en la era del big data para su análisis.
9 (rosa) Riesgo de base	• Por un lado, un conjunto de términos que tiene relación con la efectividad de instrumentos de cobertura (<i>basis risk, competitive performance, robustness, scale</i>). También surgen otros términos inespecíficos como <i>application, economic, marketing, technology, vulnerability</i>.
10 (beige) Responsabilidad social	• Se trata de un <i>cluster</i> pequeño con términos que refieren a cuestiones de inversiones sostenibles, la información ambiental que se revela y gobierno corporativo (<i>environmental, social & governance, corporate governance</i>).

Figura 9. Análisis de *clusters* de palabras clave

Fuente: elaboración propia.

A partir de un análisis de las palabras clave a través del tiempo puede observarse que las temáticas financieras y de métodos de análisis datan de una década desde su publicación, siendo problemas bastante discutidos en la literatura. Fenómenos como el cambio climático, el riesgo climático y la toma de decisiones fueron publicados hace un quinquenio en su máximo esplendor. Por el contrario, en los últimos años predominan los temas vinculados a la accesibilidad de la información y el desarrollo sostenible.

4. Conclusiones y recomendaciones

Este artículo presenta una revisión sistemática de literatura sobre cobertura del riesgo climático, utilizando dos bases de datos internacionales de alto nivel académico. El análisis se construye a través de la implementación de técnicas bibliométricas y análisis de contenido de manera integral, proporcionando una comprensión completa de la literatura en este campo. Las técnicas bibliométricas ofrecen una visión cuantitativa estructurada, destacando tendencias, autores prominentes y patrones de colaboración, mientras que el análisis de contenido añade una dimensión cualitativa, revelando temas relevantes y emergentes.

La contribución realizada a la literatura científica en el ámbito de la cobertura del riesgo climático se condensa sobre dos pilares. En primer lugar, la revisión sistemática de la literatura resalta la actualidad y creciente interés en el fenómeno del cambio climático y su abordaje de cobertura desde las finanzas, con la mayoría de los artículos publicados en los últimos tres años. Asimismo, la relevancia y vigencia del tema se evidencia a través de las tendencias de búsquedas y el incentivo de la comunidad académica a profundizar en investigaciones sobre la problemática. Sin embargo, se destaca la falta de colaboración entre autores y geográficamente, el liderazgo en la investigación de países principalmente desarrollados, como los de Norteamérica y la Unión Europea, reflejando su exposición significativa a los riesgos climáticos debido a sus actividades económicas principales. Esta predominancia de países desarrollados en las publicaciones podría evidenciar una brecha en la representación global de las perspectivas sobre el riesgo climático.

Sobre el segundo pilar, los resultados del estudio subrayan la conexión del riesgo climático con el cambio climático y el desarrollo sostenible, con un énfasis particular en la agenda del Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 de las Naciones Unidas sobre acción por el clima. En particular, el análisis de contenido identifica tres perspectivas distintas para abordar el problema: individual, organizacional y gubernamental. Además, se categorizan los artículos según objetos de estudio específicos, como la aversión y cobertura del riesgo en hogares, efectos climáticos en actividades económicas y políticas gubernamentales para riesgos transfronterizos. El análisis de co-ocurrencia de palabras clave revela diez *clusters* temáticos, abarcando desde aspectos financieros hasta cuestiones de gobierno corporativo.

Además de contribuciones teóricas, se identifican aplicaciones prácticas de estos resultados amplias y significativas. Desde una perspectiva individual, los hallazgos pueden brindar información para programas de educación y concientización sobre la importancia de la cobertura del riesgo climático en hogares expuestos a inundaciones, incendios u otros peligros. En el ámbito organizacional, las investigaciones destacan la necesidad de considerar el riesgo climático en diversas actividades económicas, como la agricultura, la energía, el turismo y el transporte, lo que puede orientar la implementación de medidas de adaptación y mitigación por parte de empresas y sectores industriales. Por otro lado, las reflexiones sobre políticas gubernamentales resaltan la importancia de establecer políticas adecuadas para abordar los riesgos climáticos transfronterizos, así como la necesidad de financiamiento y acceso a información abierta sobre catástrofes naturales. Estos resultados pueden orientar la formulación de políticas a nivel nacional e internacional, así como la asignación de recursos para la gestión del riesgo climático.

Además, la identificación de *clusters* temáticos y la geolocalización de los estudios proporcionan una guía para futuras investigaciones. Las áreas temáticas identificadas, como el nodo financiero, agropecuario, cambio climático y desarrollo sostenible, entre otros, sugieren líneas de investigación adicionales para profundizar en aspectos específicos del riesgo climático. Asimismo, la atención en los países desarrollados señala la necesidad de ampliar la investigación a nivel regional y considerar las particularidades de otras regiones geográficas.

La investigación presenta limitaciones, derivadas del hecho de haber utilizado solo dos bases de datos internacionales para las búsquedas de literatura, tales como Scopus y Web of Science, lo que puede replicar un sesgo en los resultados encontrados por el idioma de publicación predominante y los intereses de las editoriales principales de dichas bases. Sin embargo, de esta potencial dificultad surgen lineamientos complementarios para futuras investigaciones en pos de sortear el posible sesgo y ampliar el entendimiento de la temática. De este modo, se plantea la ampliación de la búsqueda de literatura en bases de datos de alcance regional, el estudio de la correspondencia con los ODS de las Naciones Unidas y el análisis de acoplamiento bibliográfico representan áreas prometedoras para continuar avanzando en el conocimiento sobre la cobertura del riesgo climático.

Los resultados de esta investigación contribuyen no solo a mejorar el conocimiento actual del riesgo climático y sus implicaciones, sino también proporcionan una base sólida para futuras investigaciones que puedan fomentar el desarrollo de políticas y acciones para abordar este desafío global en constante evolución.

Referencias

- [1] Aerts, J. C. J. H., & Botzen, W. J. W. (2011). Climate change impacts on pricing long-term flood insurance: A comprehensive study for the Netherlands. *Global Environmental Change*, 21(3), 1045-1060. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.005>
- [2] Alessi, L., Ossola, E., & Panzica, R. (2021). What greenium matters in the stock market? the role of greenhouse gas emissions and environmental disclosures. *Journal of Financial Stability*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100869>
- [3] Aligishiev, Z., Massetti, E., Bellon, M. (2022). *Macro-Fiscal Implications of Adaptation to Climate Change*. IMF working paper, Staff Climate Note No 2022/002. <http://dx.doi.org/10.5089/9798400201608.066>
- [4] Andersson, L. F., & Keskitalo, E. C. H. (2016). Insurance models and climate risk assessments in a historical context. *Financial History Review*, 23(2), 219-243. <https://doi.org/10.1017/S096856501600010X>
- [5] Andersson, M., Bolton, P., & Samama, F. (2016). Hedging climate risk. *Financial Analysts Journal*, 72(3), 13-32. <https://doi.org/10.2469/faj.v72.n3.4>
- [6] Ankirchner, S., Imkeller, P., & Popier, A. (2008). Optimal cross hedging of insurance derivatives. *Stochastic Analysis and Applications*, 26(4), 679-709. <https://doi.org/10.1080/07362990802128230>
- [7] Ashraf Vaghefi, S., Muccione, V., van Ginkel, K. C. H., & Haasnoot, M. (2021). Using decision making under deep uncertainty (DMDU) approaches to support climate change adaptation of swiss ski resorts. *Environmental Science and Policy*, 126, 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.005>

- [8] Bagaram, M. B., Tóth, S. F., Jaross, W. S., & Weintraub, A. (2020). A parallelized variable fixing process for solving multistage stochastic programs with progressive hedging. *Advances in Operations Research*, 8965679, 1-20. <https://doi.org/10.1155/2020/8965679>
- [9] Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70.
- [10] Belasco, E. J., Cheng, Y., & Schroeder, T. C. (2015). The impact of extreme weather on cattle feeding profits. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 40(2), 285-305. <http://www.jstor.org/stable/44131862>
- [11] Bender, J., Bridges, T. A., & Shah, K. (2019). Reinventing climate investing: Building equity portfolios for climate risk mitigation and adaptation. *Journal of Sustainable Finance and Investment*, 9(3), 191-213. <https://doi.org/10.1080/20430795.2019.1579512>
- [12] Berg, E., & Schmitz, B. (2008). Weather-based instruments in the context of whole-farm risk management. *Agricultural Finance Review*, 68(1), 119-133. <https://doi.org/10.1108/0021466080001222>
- [13] Bolay, A. -, Bjørn, A., Weber, O., & Margni, M. (2022). Prospective sectoral GHG benchmarks based on corporate climate mitigation targets. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134220. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134220>
- [14] Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2011). *Introduction to meta-analysis*. Wiley.
- [15] Botzen, W. J. W., & van den Bergh, J. C. J. M. (2009). Bounded rationality, climate risks, and insurance: Is there a market for natural disasters? *Land Economics*, 85(2), 265-278. <https://doi.org/10.3368/le.85.2.265>
- [16] Botzen, W. J. W., Aerts, J. C. J. H., & van den Bergh, J. C. J. M. (2009). Willingness of homeowners to mitigate climate risk through insurance. *Ecological Economics*, 68(8-9), 2265-2277. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.019>
- [17] Bressan, G. M., & Romagnoli, S. (2021). Climate risks and weather derivatives: A copula-based pricing model. *Journal of Financial Stability*, 54, 100877. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100877>
- [18] Casparri, M. T. & García Fronti, J. (2010). *Algunas innovaciones financieras para la gestión del riesgo global*. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- [19] Cepni, O., Demirer, R., Pham, L., & Rognone, L. (2023). Climate uncertainty and information transmissions across the conventional and ESG assets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 83 101730. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2022.101730>
- [20] Chaumont, S., Imkeller, P., & Müller, M. (2006). Equilibrium trading of climate and weather risk and numerical simulation in a markovian framework. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 20(3), 184-205. <https://doi.org/10.1007/s00477-005-0001-x>
- [21] Chesler, R. D., & Lichtenstein, M. D. (2008). An examination of the NAIC white paper entitled "the potential impact of climate change on insurance regulation". *Environmental Claims Journal*, 20(4), 280-287. <https://doi.org/10.1080/10406020802453925>
- [22] Cohen, J. S., Zeff, H. B., & Herman, J. D. (2021). How do the properties of training scenarios influence the robustness of reservoir operating policies to climate uncertainty? *Environmental Modelling and Software*, 141, 105047. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105047>
- [23] Collier, B. L., Schwartz, D., Kunreuther, H. C., & Michel-Kerjan, E. O. (2022). Insuring large stakes: A normative and descriptive analysis of households' flood insurance coverage. *Journal of Risk and Insurance*, 89(2), 273-310. <https://doi.org/10.1111/jori.12363>
- [24] Conell-Price, L., Kousky, C., & Kunreuther, H. (2022). Encouraging resiliency through autoenrollment in supplemental flood insurance coverage. *Journal of Risk and Insurance*, 89(4), 1109-1137. <https://doi.org/10.1111/jori.12404>

- [25] Cong, Y., Zhu, R., Yang, L., Zhang, X., Liu, Y., Meng, X., & Gao, W. (2022). Correlation analysis of thermal comfort and landscape characteristics: A case study of the coastal greenway in Qingdao, china. *Buildings*, 12(5), 541. <https://doi.org/10.3390/buildings12050541>
- [26] Dinku, T. (2020). *The value of satellite rainfall estimates in agriculture and food security* In: Levizzani, V., Kidd, C., Kirschbaum, D., Kummerow, C., Nakamura, K., Turk, F. (eds) Satellite Precipitation Measurement. Advances in Global Change Research, vol 69. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35798-6_32 REVISAR SI ES CAP. LIBRO
- [27] Doherty, E., Mellett, S., Norton, D., McDermott, T. K. J., Hora, D. O., & Ryan, M. (2021). A discrete choice experiment exploring farmer preferences for insurance against extreme weather events. *Journal of Environmental Management*, 290, 112607. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112607>
- [28] Donnelly, D., Fricaudet, M., & Ameli, N. (2023). Accelerating institutional funding of low-carbon investment: The potential for an investment emissions intensity tax. *Ecological Economics*, 207, 107755. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107755>
- [29] Engle, R. F., Giglio, S., Kelly, B., Lee, H., & Stroebel, J. (2020). Hedging climate change news. *Review of Financial Studies*, 33(3), 1184-1216. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz072>
- [30] Espinoza, R. D., & Morris, J. W. F. (2017). Connecting climate risk to financial performance for infrastructure investments. Paper presented at the *Air and Waste Management Association, A and WMA - Finding Common Ground on Climate Change Mitigation and Adaptation, 2017-October* 256-272.
- [31] Findlater, K. M., Satterfield, T., & Kandlikar, M. (2019). Farmers' risk-based decision making under pervasive uncertainty: Cognitive thresholds and hazy hedging. *Risk Analysis*, 39(8), 1755-1770. <https://doi.org/10.1111/risa.13290>
- [32] Flick, U. (2013). *The SAGE handbook of qualitative data analysis*. Sage.
- [33] Giglio, S., Kelly, B., & Stroebel, J. (2021). Climate finance. *Annual Review of Financial Economics*, 13, 15-36. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-102620-103311>
- [34] Green, S., Higgins, J. P. T., & Alderson, P. (2006). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 4.2.6* [updated September 2006]. The Cochrane Collaboration.
- [35] Hainaut, D. (2019). Hedging of crop harvest with derivatives on temperature. *Insurance: Mathematics and Economics*, 84, 98-114. <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2018.09.011>
- [36] Harris, K., Lager, F., Jansen, M. K., & Benzie, M. (2022). Rising to a new challenge: A protocol for case-study research on transboundary climate risk. *Weather, Climate, and Society*, 14(3), 755-768. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0022.1>
- [37] Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (2nd ed.). Wiley.
- [38] Horst, U., & Müller, M. (2007). On the spanning property of risk bonds priced by equilibrium. *Mathematics of Operations Research*, 32(4), 784-807. <https://doi.org/10.1287/moor.1070.0270>
- [39] Horton, J. B., Lefale, P., & Keith, D. (2021). Parametric insurance for solar geoengineering: Insights from the pacific catastrophe risk assessment and financing initiative. *Global Policy*, 12(S1), 97-107. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12864>
- [40] Hu, Y., Imkeller, P., & Müller, M. (2005). Partial equilibrium and market completion. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 8(4), 483-508. <https://doi.org/10.1142/S0219024905003098>
- [41] Huynh, T. D., & Xia, Y. (2021). Climate change news risk and corporate bond returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 56(6), 1985-2009. <https://doi.org/10.1017/S0022109020000757>
- [42] Jewson, S., & Brix, A. (2005). *Weather derivative valuation: the meteorological, statistical, financial and mathematical foundations*. Cambridge University Press.

- [43] Johnson, L. (2021). Rescaling index insurance for climate and development in africa. *Economy and Society*, 50(2), 248-274. <https://doi.org/10.1080/03085147.2020.1853364>
- [44] Kim, K. -, Doi, Y., Ramankutty, N., & Iizumi, T. (2021). A review of global gridded cropping system data products. *Environmental Research Letters*, 16(9), 093005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac20f4>
- [45] Kousky, C. (2019). The Role of Natural Disaster Insurance in Recovery and Risk Reduction. *Annual Review of Resource Economics*, 11(1), 399-418. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-094028>
- [46] Lin, X., & Kwon, W. J. (2020). Application of parametric insurance in principle-compliant and innovative ways. *Risk Management and Insurance Review*, 23(2), 121-150.
- [47] Marangoni, G., Lamontagne, J. R., Quinn, J. D., Reed, P. M., & Keller, K. (2021). Adaptive mitigation strategies hedge against extreme climate futures. *Climatic Change*, 166(3-4), 37. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03132-x>
- [48] Martínez-Salgueiro, A. (2019). Weather index-based insurance as a meteorological risk management alternative in viticulture. *Wine Economics and Policy*, 8(2), 114-126. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2019.07.002>
- [49] Martínez-Salgueiro, A., & Tarrazon-Rodon, M. (2021). Weather derivatives to mitigate meteorological risks in tourism management: An empirical application to celebrations of comunidad valenciana (spain). *Tourism Economics*, 27(4), 591-613. <https://doi.org/10.1177/1354816619890751>
- [50] Mihailović, D. T., Lalić, B., Drešković, N., Mimić, G., Djurdjević, V., & Jančić, M. (2015). Climate change effects on crop yields in serbia and related shifts of köppen climate zones under the SRES-A1B and SRES-A2. *International Journal of Climatology*, 35(11), 3320-3334. <https://doi.org/10.1002/joc.4209>
- [51] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097.
- [52] Möllmann, J., Michels, M., von Hobe, C., & Musshoff, O. (2018). Status quo of the risk management in german agriculture: Is there a need for income insurance? *Berichte Über Landwirtschaft*, 96(3). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193064760>
- [53] Muhamad, N., Arshad, S. H. M., & Pereira, J. J. (2021). Exposure elements in disaster databases and availability for local scale application: Case study of kuala lumpur, malaysia. *Frontiers in Earth Science*, 9, 616246. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.616246>
- [54] Musshoff, O., Odening, M., & Xu, W. (2011). Management of climate risks in agriculture - will weather derivatives permeate? *Applied Economics*, 43(9), 1067-1077. <https://doi.org/10.1080/00036840802600210>
- [55] Myint, S. W., Aggarwal, R., Zheng, B., Wentz, E. A., Holway, J., Fan, C., . . . Fischer, H. A. (2021). Adaptive crop management under climate uncertainty: Changing the game for sustainable water use. *Atmosphere*, 12(8), 1080. <https://doi.org/10.3390/atmos12081080>
- [56] Newlands, N. K., Ghahari, A., Gel, Y. R., Lyubchich, V., & Mahdi, T. (2019). Deep learning for improved agricultural risk management. Paper presented at the *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2019-January*, 1033-1042. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2019.127>
- [57] Odeyemi, C. (2020). The UNFCCC, the EU, and the UNSC: A research agenda proposal for the climate security question. *Advances in Climate Change Research*, 11(4), 442-452. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2020.11.004>
- [58] Organización Naciones Unidas (ONU) (2023a). *Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts*. Recuperado el 01/06/2023 de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

- [59] Organización Naciones Unidas (ONU) (2023b). *Acción por el clima-Soluciones: Financiación y justicia*. Recuperado el 08/02/2024 de <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/climate-finance>
- [60] Pacheco, J. M., Santos, F. C., & Levin, S. A. (2016). Evolutionary dynamics of collective index insurance. *Journal of Mathematical Biology*, 72(4), 997-1010. <https://doi.org/10.1007/s00285-015-0939-3>
- [61] Pérez-Franco, I., Thomasz, E. O., Rondinone, G., & García-García, A. (2022). Feed price risk management for sheep production in Spain: A composite future cross-hedging strategy. *Risk Management*, 24(2), 137-163. <https://doi.org/10.1057/s41283-021-00088-1>
- [62] Ramlall, I. (2014). Gauging the impact of climate change on food crops production in Mauritius: An econometric approach. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 6(3), 332-355. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-12-2012-0079>
- [63] Ranger, N., Mahul, O., Monasterolo, I. (2022). *Assessing financial risks from physical climate shock: a framework for scenario generation*. The World Bank, Equitable Growth, Finance & Institutions Insight. World Bank. <http://dx.doi.org/10.1596/37041>
- [64] Ratnadiwakara, D., & Venugopal, B. (2023). Climate risk perceptions and demand for flood insurance. *Financial Management*, 52(2), 297-331. <https://doi.org/10.1111/fima.12414>
- [65] Ren, Y., Gao, P., Lin, L., Xu, Y., & Zhu, H. (2017). Meteorological risk divisions and assessments of high temperature disaster on rice. *Journal of Natural Disasters*, 26(5), 62-70. <https://doi.org/10.13577/j.jnd.2017.0508>
- [66] Shrum, T. R., Travis, W. R., Williams, T. M., & Lih, E. (2018). Managing climate risks on the ranch with limited drought information. *Climate Risk Management*, 20, 11-26. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.01.002>
- [67] Simbürger, M., Dreisiebner-Lanz, S., Kernitzky, M., & Prettenhaler, F. (2022). Climate risk management with insurance or tax-exempted provisions? an empirical case study of hail and frost risk for wine and apple production in Styria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 80, 103216. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103216>
- [68] Smith, V. H.; Glauber, J. W. (2012). Agricultural Insurance in Developed Countries: Where Have We Been and Where Are We Going? *Applied Economic Perspectives and Policy*, 34(3), 363-390. <https://doi.org/10.1093/aepp/ppp029>
- [69] Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- [70] Stefani, S., Kutrolli, G., Moretto, E., & Kulakov, S. (2020). Managing meteorological risk through expected shortfall. *Risks*, 8(4), 1-23. <https://doi.org/10.3390/risks8040118>
- [71] Tang, W., & Chang, S. (2016). A semi-lagrangian method for the weather options of mean-reverting brownian motion with jump-diffusion. *Computers and Mathematics with Applications*, 71(5), 1045-1058. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2015.12.040>
- [72] Thomasz, E. O., & Casparri, M. T. (2015). *Innovaciones financieras para adaptación al riesgo climático: el caso de las coberturas basadas en índices*. Documento de trabajo CMA, IADCOM-UBA, N° 1. http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/docin/docin_serie_cma_01.pdf
- [73] Torriani, D. S., Calanca, P., Beniston, M., & Fuhrer, J. (2008). Hedging with weather derivatives to cope with climate variability and change in grain maize production. *Agricultural Finance Review*, 68(1), 67-81. <https://doi.org/10.1108/00214660880001219>
- [74] Vasiltssov, V. S., Yashalova, N. N., Yakovleva, E. N., & Kharlamov, A. V. (2021). National climate policy: Conceptual framework and adaptation problems. *Economy of Regions*, 17(4), 1123-1136. <https://doi.org/10.17059/EKON.REG.2021-4-6>

- [75] Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *Management Information Systems Quarterly*, 26, 3, xiii- iii. <https://www.jstor.org/stable/4132319>
- [76] Zara, C. (2010). Weather derivatives in the wine industry. *International Journal of Wine Business Research*, 22(3), 222-237. <https://doi.org/10.1108/17511061011075365>