



VNIVERSITAT  
E VALÈNCIA

Programa de Doctorado en Contabilidad y Finanzas Corporativas  
(RD 99/2011)

Tesis Doctoral

**Ensayos acerca del impacto del cambio climático  
en los mercados financieros y en las empresas**

**Doctoranda**

Karen Michel Serrano Orellana

**Directores**

Dr. José Emilio Farinós Viñas

Dra. Ana María Ibáñez Escribano

Dra. Francisca Pardo Pérez

València, enero de 2024



*A mis padres y hermano*



## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis directores, Ana, José Emilio y Paqui, por su paciencia, confianza y entendimiento. Por estar siempre prestos a ayudarme y escucharme en los momentos que más lo necesitaba y siempre tener una palabra de aliento. Su guía y consejos han hecho posible que culmine este proceso y puedo decir que soy inmensamente afortunada de haber contado con su experiencia y profesionalismo. Una vez más muchas gracias por todo.

Agradezco a mi familia, a mis padres y hermano que me acompañaron durante estos 5 años, y me brindaron su apoyo, cariño y fuerzas para no rendirme y seguir adelante. A mis sobrinos por su amor y risas.

Agradezco también a mis amigos que han estado ahí a pesar de no poder compartir muchos momentos con ellos, a Nicky por animarme y siempre creer en mí. Y como no agradecer a María Gracia, Kyra, Jessica, María José, Javier y muchos otros que con sus consejos y bromas han hecho este camino un poco más fácil.

Asimismo, a todas las personas maravillosas que he conocido en estos años, a Gaby, Ivette, Maite, Cristina, Yulli, Andreea, Robinson, Martha, Jeimi, Yeni, David cuya amistad y cariño estuvieron siempre presente y con los cuales he compartido momentos inolvidables.

Y finalmente y más importante, quiero agradecer a Dios por que sin él nada de esto sería posible.

A todos los que estuvieron conmigo, solo quiero decir ¡Gracias!



## Índice de Contenido

Introducción .....	1
Motivaciones .....	3
Objetivos y enfoque.....	6
Estructura de la Tesis Doctoral.....	7
Referencias.....	12
Capítulo 1. Respuesta de los mercados bursátiles mundiales a los acuerdos y conferencias sobre cambio climático .....	17
1.1. Introducción .....	19
1.2. Evolución de Kioto a París .....	22
1.3. Antecedentes y desarrollo de hipótesis .....	23
1.3.1. Evolución de políticas medioambientales en Europa.....	24
1.3.2. Evolución de políticas medioambientales en Latinoamérica.....	26
1.3.3. Evolución de políticas medioambientales en Norteamérica.....	28
1.4. Metodología y datos.....	30
1.5. Resultados y discusión.....	33
1.5.1. Acuerdos sobre el Cambio Climático.....	33
1.5.2. Conferencias de las Partes (COP) .....	38
1.6. Conclusiones .....	42
Referencias .....	44
Capítulo 2. Impacto en los mercados bursátiles mundiales de eventos extremos relacionados con el cambio climático.....	49
2.1. Introducción .....	51
2.2. Cambio climático: Metas y logros .....	54
2.3. Antecedentes y desarrollo de hipótesis .....	55
2.3.1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.....	56
2.3.2. Aumentos de la temperatura .....	60
2.3.3. Colapso de plataformas de hielo .....	63
2.4. Muestra y metodología.....	64
2.4.1. Muestra.....	64
2.4.2. Estimación del rendimiento anormal en los mercados de valores. ....	66
2.5. Resultados .....	68
2.5.1. Reacción de los mercados de valores al anuncio de récords e hitos de emisiones de GEI. ....	68
2.5.2. Reacción de los mercados de valores al anuncio de récords de temperaturas. ....	72
2.5.3. Reacción de los mercados de valores al anuncio de colapsos de plataformas de hielo. ....	75

2.5.4. Resumen de los resultados.....	77
2.6. Discusión de los resultados.....	78
2.7. Conclusiones .....	82
Referencias .....	84
Capítulo 3. Determinantes del comportamiento de los mercados bursátiles mundiales ante los anuncios de récords de concentraciones de CO <sub>2</sub> .....	91
3.1. Introducción .....	93
3.2. Antecedentes y desarrollo de hipótesis .....	95
3.2.1. Globalización y crecimiento económico.....	97
3.2.2. Desarrollo financiero .....	99
3.2.3. Políticas climáticas.....	100
3.3. Muestra y factores explicativos .....	102
3.3.1. Muestra.....	102
3.3.2. Factores explicativos.....	104
3.4. Metodología .....	105
3.5. Resultados y discusión.....	107
3.6. Conclusiones .....	111
Referencias .....	113
Anexo .....	118
Capítulo 4. El impacto de los riesgos climáticos en el desempeño de las empresas agrícolas a nivel global .....	121
4.1. Introducción .....	123
4.1.1. Literatura previa y formulación de las hipótesis .....	126
4.2. Datos y metodología .....	134
4.2.1. Descripción de variables .....	134
4.2.2. Muestra.....	135
4.2.3. Metodología .....	137
4.3. Resultados y discusión.....	139
4.4. Análisis de robustez .....	147
4.5. Conclusiones .....	149
Referencias .....	152
Conclusiones .....	157



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.1</b>	Eventos de cambio climático y de desarrollo sostenible.....	32
<b>Tabla 1.2.</b>	Países constituyentes de cada una de las regiones analizadas.....	33
<b>Tabla 1.3.</b>	Tipos de reacción a eventos de cambio climático: CMNUCC, Protocolo de Kioto y Acuerdo de París. ....	34
<b>Tabla 1.4.</b>	Rendimientos anormales el día $t_0$ relacionados con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto .....	36
<b>Tabla 1.5.</b>	Rendimientos anormales en el día $t_0$ relacionados con el Acuerdo de París. ....	37
<b>Tabla 1.6.</b>	Contraste de medias de los rendimientos anormales acumulados de los sectores más y menos contaminantes en Europa. ....	38
<b>Tabla 1.7.</b>	Rendimientos anormales acumulados de eventos COP en Europa .....	39
<b>Tabla 1.8.</b>	Rendimientos anormales acumulados de eventos COP en Latinoamérica ....	40
<b>Tabla 1.9.</b>	Rendimientos anormales acumulados de eventos COP en Norteamérica ....	41
<b>Tabla 2.1.</b>	Eventos relacionados con el cambio climático .....	65
<b>Tabla 2.2.</b>	Países constituyentes de cada región analizada e índices bursátiles empleados (entre paréntesis).....	66
<b>Tabla 2.3.</b>	Reacción de los mercados financieros a los anuncios de concentraciones de GEI informados por la NOAA durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022.....	70
<b>Tabla 2.4.</b>	Reacción de los mercados financieros a los anuncios de concentraciones de GEI informados por la WMO durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022.....	71
<b>Tabla 2.5.</b>	Contraste de medianas de los rendimientos anormales en relación al anuncio de récords e hitos de emisiones de GEI publicadas por la NOAA y la WMO. ....	72
<b>Tabla 2.6.</b>	Impacto en los mercados financieros de los anuncios de récords de temperaturas durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022. ....	74
<b>Tabla 2.7.</b>	Contraste de medianas sobre récords de temperatura .....	75
<b>Tabla 2.8.</b>	Impacto de los mercados financieros a los anuncios de colapso de plataformas de hielo durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022.....	76
<b>Tabla 2.9.</b>	Tipos de reacción a eventos extremos relacionados con el cambio climático. ....	78
<b>Tabla 3.1.</b>	Anuncios de récords de emisiones de CO <sub>2</sub> publicados por la WMO.....	102
<b>Tabla 3.2.</b>	Anuncios de crecimiento e hitos de concentraciones de GEI, récords de temperatura y colapsos de plataformas de hielo. ....	103
<b>Tabla 3.3.</b>	Países constituyentes e índices bursátiles empleados (entre paréntesis)....	103
<b>Tabla 3.4.</b>	Estadística descriptiva de las variables explicativas .....	108
<b>Tabla 3.5.</b>	Factores determinantes de la reacción de los mercados bursátiles ante el anuncio de récords de emisiones de CO <sub>2</sub> . Análisis con datos de panel. ....	110
<b>Tabla 4.1.</b>	Descripción de las variables .....	135
<b>Tabla 4.2.</b>	Distribución de la muestra (observaciones empresa – año) por continentes y tipo de clima. ....	137
<b>Tabla 4.3.</b>	Estadísticos descriptivos.....	140
<b>Tabla 4.4.</b>	Matriz de correlaciones.....	140

<b>Tabla 4.5.</b> Factor de inflación de la varianza (VIF).....	141
<b>Tabla 4.6:</b> Análisis multivariante del efecto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas (ROA) .....	143
<b>Tabla 4.7:</b> Análisis multivariante del efecto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas (ROA) por zona climática.....	144
<b>Tabla 4.8:</b> Análisis multivariante del efecto del conjunto de variables climáticas sobre el desempeño de las empresas (ROA) .....	146
<b>Tabla 4.9:</b> Análisis multivariante del efecto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas (ROS) por zona climática.....	147
<b>Tabla 4.10:</b> Análisis multivariante del efecto del conjunto de variables climáticas sobre el desempeño de las empresas (ROS) .....	149

## Índice de figuras

<b>Figura 1.1.</b> Ventanas de estimación y de suceso para la estimación de los AR y CAR mediante las expresiones (1.1) y (1.2) .....	31
<b>Figura 2.1.</b> Emisiones Mundiales de Gases de efecto invernadero en el periodo 1990-2020.....	57
<b>Figura 2.2.</b> Emisiones por zona geográfica en el periodo 1990-2020.....	58
<b>Figura 2.3.</b> Variación de la temperatura media mundial respecto a la media del periodo 1951-1980.....	61
<b>Figura 4.1.</b> Cambio anual medio de la temperatura superficial global del aire (°C) con período base 1951-1980.....	128
<b>Figura 4.2.</b> Número de inundaciones y sequías a nivel mundial.....	132
<b>Figura 4.3.</b> Ubicación de las empresas (países sombreados).....	136

## Índice de Anexos

**Tabla 3.1A.** Rendimientos anormales acumulados a 30 días de anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> publicados por la Organización Meteorológica Mundial..... 118

# **Introducción**



## **Motivaciones**

El quinto informe emitido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) concluye que la actividad humana es, en gran parte, la responsable del calentamiento global (IPCC, 2014), lo que recae fundamentalmente en el modelo de desarrollo adoptado por varios países que ha conducido a un significativo aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) causantes del cambio climático. Recientemente, la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) ha señalado que el periodo 2011-2020 ha sido el más cálido registrado en comparación a décadas anteriores, observando, además, una serie de consecuencias ambientales alarmantes, como la disminución del tamaño de los glaciares, el aumento en el nivel del mar, y un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, tales como olas de calor, prolongadas sequías, inundaciones y ciclones tropicales (WMO, 2023).

Las repercusiones del cambio climático han tenido un impacto significativo en la sociedad y en la economía, especialmente en países de bajos ingresos y en vías de desarrollo debido a su limitada capacidad de adaptación. Los informes proporcionados por el IPCC han destacado que en términos sociales se ha producido un aumento de las tasas de mortalidad y morbilidad a causa del cambio climático, así como impactos sobre la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia. Desde el ámbito económico, sectores como el agrícola, el turístico y el de energía han experimentado los efectos más perjudiciales de este fenómeno (IPCC, 2021) debido al impacto de los eventos climáticos sobre los activos empresariales, lo que ha llevado a un aumento de los costes de recuperación y de reparación de daños, además de impactos sobre el nivel de la producción y cambios en la preferencia de los consumidores hacia productos o servicios más sostenibles, que podría incidir sobre el nivel de ingresos de estos sectores, afectando a la percepción de los inversores.

Efectivamente, el cambio climático representa un desafío que requiere una acción conjunta y coordinada a nivel mundial para mitigar sus efectos y adaptarse a sus consecuencias, lo que ha supuesto que durante las últimas décadas se desarrollen diversas iniciativas. Uno de los primeros pasos tomados fue la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuyo fin es estabilizar las concentraciones de GEI. De la convención han surgido diversos acuerdos de gran relevancia, entre ellos el Protocolo de Kioto, el Plan de acción de Bali, el Acuerdo de Copenhague y, finalmente, el Acuerdo de París, que buscan un compromiso global para combatir el cambio climático a través de la cooperación conjunta de los países que forman parte de la Convención. El principal

objetivo es limitar el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales.

Estos esfuerzos implican la implementación de medidas específicas en cada país mediante la promulgación de planes y normativas ambientales nacionales, en los que los países participantes se comprometen a adoptar diversas medidas para reducir las emisiones de GEI y mitigar el calentamiento global. Se reconoce el papel fundamental del Estado, que debe incorporar en sus agendas nacionales estrategias, políticas y normativas para mitigar el cambio, pero también se insta a la participación activa del sector empresarial, que desempeña un papel crucial en la reducción de las emisiones. Asimismo, se debe considerar el papel de los mercados financieros como canalizadores de los flujos monetarios a una economía verde que permita la mitigación y adaptación al cambio climático.

En el ámbito empresarial, los diversos acuerdos, políticas y planes climáticos adoptados resaltan los riesgos de transición derivados de los cambios hacia una economía baja en carbono, que emergen de las transformaciones que deben incurrir las empresas para lograr una reducción significativa de las emisiones, y que pueden conducir a un aumento de los costes y perjudicar la competitividad de los productos ofrecidos por las empresas. Ciertamente descarbonizar la economía no es sencillo ni inmediato, ya que requerirá cambios estructurales en varios sectores al modificar su estructura tecnológica, lo que tendrá impactos financieros, en especial, en los sectores que dependen en gran medida de los combustibles fósiles, ya sea propio de su actividad (extractiva) o de su dependencia para desarrollar su actividad.

El cambio climático está generando que las empresas se enfrenten cada vez más a un panorama más desafiante. Si bien es cierto que los riesgos de transición hacia una economía baja en carbono son cruciales en el desempeño de una empresa, no se deben pasar por alto los riesgos físicos que también plantean amenazas significativas. Estos riesgos abarcan una amplia gama de desafíos, desde eventos climáticos extremos como inundaciones, sequías, incendios, olas de calor (riesgos físicos agudos) hasta fenómenos que evolucionan en el tiempo como el aumento de la temperatura o cambios en los patrones de las precipitaciones (riesgos físicos crónicos). Los riesgos físicos tienen el potencial de ocasionar daños considerables a los activos de una empresa que pueden impactar en las operaciones, y dar lugar a un aumento significativo de los costes operativos (Tankov & Tantet, 2019). Dada la creciente relevancia de riesgos climáticos sobre las actividades empresariales, sean estos físicos o de transición, es necesario examinar cómo



los mercados financieros perciben y valoran dichos riesgos, que deben abordar tanto los impactos inmediatos que puedan surgir, así como los futuros.

Actualmente los riesgos físicos observados están en línea con el aumento medio de la temperatura de 1,1 °C, y conforme se incrementa el calentamiento global se espera que los riesgos se intensifiquen. Aunque los desafíos serán mayores con un aumento de la temperatura de 1,5 °C, es importante señalar que en este escenario serán menos intensos en comparación con la magnitud de los desafíos que surgirán en un escenario en que la temperatura aumente en 2 °C. Esto dará lugar a la intensificación de fenómenos climáticos extremos con consecuencias adversas, que se volverán más pronunciadas y desafiantes de manejar. Este incremento de la temperatura media del planeta eleva la probabilidad de ocurrencia de eventos compuestos, como la coincidencia de olas de calor y sequías. Además, se espera un aumento en la pérdida de biodiversidad, así como en las pérdidas de infraestructura, activos y producción, entre otros, lo que impactará en el desempeño de las empresas y desencadenará un declive económico, propiciado un aumento de la desigualdad y de la pobreza (IPCC, 2023) .

En función de lo expuesto son varias las razones que nos han llevado a estudiar el impacto del cambio climático en los mercados financieros y en las empresas. Por un lado, este tema representa uno de los desafíos más apremiantes que enfrenta nuestra sociedad en la actualidad. Sus consecuencias no sólo se limitan al área medioambiental, sino que se extienden al campo social y económico. Por lo tanto, resulta necesario analizar la relación entre estos aspectos para comprender cómo las empresas pueden adaptarse y responder de forma efectiva a los desafíos que se presentan. Por otro lado, actualmente supone un reto a nivel académico entender los riesgos derivados del cambio climático, medirlos y valorarlos.

Además, la creciente preocupación por un desarrollo sostenible ha abierto la puerta a la cooperación internacional para desarrollar iniciativas y reducir las emisiones causantes de la degradación ambiental, lo que ha dado lugar a que varios países hayan adoptado normativas y acuerdos con el fin de asegurar un crecimiento sostenible, lo que ha generado un impacto sobre la forma en que las empresas operan. Tanto las políticas destinadas a reducir el impacto del cambio climático con el objetivo de reducir los GEI, en especial el CO<sub>2</sub>, junto con la adopción de innovaciones a través de la implementación de tecnologías a base de fuentes de energía bajas en carbono, tienen el potencial de generar impactos económicos. La regulación climática y la presión de los grupos de interés para reducir las emisiones pueden influir en las empresas, especialmente si no cumplen las expectativas de estos grupos (Rokhmawati et al., 2015). Todo esto requiere que las empresas asuman

una actuación más responsable, lo que, a su vez, supondrá costes que afectarán a su desempeño operativo y al precio de sus acciones.

Asimismo, el cambio climático plantea riesgos significativos para la economía global, ya que los eventos climáticos extremos conllevan riesgos directos sobre las operaciones de las empresas. La vulnerabilidad de los activos ante desastres naturales o incidentes relacionados con el clima plantea la necesidad de contar con estrategias de mitigación para proteger el correcto funcionamiento de la empresa. Uno de los sectores más perjudicados por los riesgos físicos es el agrícola, dado que las sequías, las inundaciones y las tormentas, entre otras, pueden ocasionar daños sobre los cultivos, afectando así su calidad, lo que puede repercutir sobre la producción. Además, estos eventos representan desafíos para el sector, ya que deben adaptar sus operaciones a patrones climáticos no previsibles y a una mayor exposición a enfermedades agravadas por factores climáticos, lo que puede finalmente repercutir sobre el desempeño de estas empresas agrícolas.

En general, los desafíos derivados de los riesgos climáticos que enfrenta una empresa generan un cambio en las expectativas de los inversores. Esto se debe a que a medida que aumenta la exposición al riesgo, los costes relacionados con regulaciones ambientales orientadas a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como los costes asociados a daños físicos sobre los activos de las empresas a causa de los eventos climáticos también aumentan. Este incremento de los costes, al igual que los cambios en las expectativas, puede impactar en la valoración que hace el mercado respecto de los flujos y la rentabilidad futura de la empresa (Wu et al., 2022).

### **Objetivos y enfoque**

Por lo señalado en el apartado anterior, el propósito central de esta Tesis es adentrarnos en una comprensión más profunda de cómo el cambio climático impacta en los mercados financieros a nivel global, centrándonos además en su influencia en las empresas del sector agrícola. Esto cobra especial relevancia en un contexto en el que el cambio climático y los riesgos asociados emergen como un desafío para el mundo empresarial y los mercados financieros. Todo esto se desprende de un reconocimiento de que los fenómenos climáticos extremos y las normativas para mitigar y adaptarse al cambio climático pueden tener repercusiones significativas en la rentabilidad de las empresas, además de la percepción de los inversores y, por consiguiente, en los mercados financieros a nivel mundial. Este objetivo se aborda desde dos perspectivas: los riesgos asociados a la transición hacia una economía baja en carbono y los riesgos físicos derivados del propio cambio climático.

El objetivo general de la Tesis Doctoral se descompone en cuatro objetivos específicos, respecto de los cuales nos proponemos llevar a cabo un estudio exhaustivo y detallado:

- (i) Examinar los efectos que tienen en los mercados bursátiles de América Latina, América del Norte y Europa el riesgo de transición derivado de eventos programados en la lucha contra el cambio climático como son el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París, y las Conferencias de las Partes más relevantes. Este análisis se centra en 10 sectores económicos específicos que incluyen el de energía, materiales básicos, industria, consumo discrecional, financiero, productos de primera necesidad, salud, telecomunicaciones, tecnología y servicios de utilidad pública.
- (ii) Analizar la reacción de los mercados bursátiles americanos, europeos y asiáticos a noticias relacionadas con récords de concentraciones de GEI en la atmósfera, récords de temperatura y el colapso de plataformas de hielos, que son causas y síntomas relevantes del cambio climático y están relacionados con los riesgos físicos y de transición.
- (iii) Identificar los factores macroeconómicos que influyen en la respuesta de los mercados bursátiles a los anuncios de los récords históricos de concentraciones de CO<sub>2</sub>.
- (iv) Analizar cómo los fenómenos meteorológicos y climáticos, específicamente la temperatura, las precipitaciones, las sequías y las inundaciones, síntomas todos ellos del cambio climático y subrogados de los riesgos físicos, afectan al desempeño de las empresas agrícolas.

### **Estructura de la Tesis Doctoral**

Para alcanzar los objetivos generales y específicos delineados en esta Tesis se desarrolla cuatro ensayos que se recogen en el capítulo 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Cada uno de estos ensayos aborda aspectos particulares, proporcionando un análisis detallado que contribuye a la comprensión global de la temática de estudio. Finalmente, se presentan las conclusiones generales de la Tesis. A continuación, se presenta un resumen de los ensayos realizados.

### **Capítulo 1: Respuesta de los mercados bursátiles mundiales a los acuerdos y conferencias sobre cambio climático**

Los cambios en el sistema climático han propiciado la cooperación a nivel internacional en la búsqueda de un consenso para enfrentar esta problemática. Esto ha dado lugar a la

creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, establecida con el propósito de abordar la causa principal de los cambios observados, esto es, el aumento de las concentraciones de los GEI en la atmósfera. En el marco de esta convención, cada año se ha celebrado la Conferencia de las Partes (COP), cuyo propósito es evaluar los avances y desafíos que han surgido.

El desarrollo de las conferencias ha sido crucial en la lucha contra el cambio climático. Entre las más destacadas se encuentran la COP 3 en Kioto, la COP 13 en Bali, la COP 15 en Copenhague, la COP 16 en Cancún, la COP 17 en Durban, la COP 18 en Doha, la COP 20 en Lima y la COP 21 en París. Estos eventos han permitido logros significativos y han trazado el camino desde el Protocolo de Kioto hasta el Acuerdo de París, siendo este último un acuerdo vinculante que busca contener las emisiones de los principales GEI.

El cumplimiento de lo acordado en estos acuerdos y conferencias representa posibles riesgos de transición para las empresas, que están relacionados con el nivel de compromiso de las partes, debido a que los países firmantes deberán adoptar políticas nacionales asociadas a la reducción de los niveles de emisiones de las empresas, lo que conlleva mayores costes sobre ellas que pueden afectar a los flujos de caja futuros, además de un aumento de la prima de riesgo del mercado, lo que tendría un impacto sobre el precio de las acciones. Dado que los mercados reaccionarán según el grado de compromiso de cada región, el objetivo del primer capítulo es analizar la reacción de los mercados bursátiles a eventos programados en la lucha contra el cambio climático, como el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y las Conferencias de las Partes más relevantes en 10 sectores de la economía en los mercados latinoamericanos, norteamericanos y europeos. Para determinar el efecto de estos sucesos en los mercados bursátiles se emplea la metodología de estudio de eventos, estimando los rendimientos anormales el día del evento y los rendimientos anormales acumulados considerando una ventana de entre 8 a 10 días a partir del primer día del suceso.

Nuestros resultados muestran que, tanto en Latinoamérica como en la Unión Europea, gran parte de los sectores analizados registraron una reacción negativa, presentando una pérdida de la riqueza el día de los anuncios relacionados con el Protocolo de Kioto y con el Acuerdo de París. En el caso de la Unión Europea, esto se explica por el riesgo de transición asociado a la implementación de políticas nacionales como resultado del compromiso de la región en la reducción de las emisiones de GEI. Respecto a Latinoamérica, estos resultados sugieren que a pesar de que las políticas ambientales son laxas en la región, los inversores esperan que en el futuro existan cambios en el marco regulatorio que ocasionen medidas más restrictivas en especial en las industrias

dependientes de los combustibles fósiles. Por último, nuestros resultados muestran que en Norteamérica gran parte de los sectores analizados reaccionaron de forma positiva, debido al bajo compromiso de los países de la región con la adopción de las medidas de estos acuerdos en sus políticas nacionales, además de la posible mejora de la competitividad de ciertos sectores de actividad sobre sectores ubicados en países que limitarán sus emisiones.

## **Capítulo 2: Impacto en los mercados bursátiles mundiales de eventos extremos relacionados con el cambio climático**

En las últimas décadas noticias concernientes al cambio climático han captado la atención, dado que cada vez es más evidente el incremento de las concentraciones de los GEI en la atmósfera, el aumento de la temperatura anual global media y del nivel del mar, los colapsos de plataformas de hielo y el incremento de eventos naturales extremos como sequías e inundaciones, entre otros. Estos acontecimientos no se han limitado solo al campo medioambiental, sino que también han tenido repercusiones en el ámbito empresarial y económico, lo que ha supuesto que las empresas se enfrenten a diversos riesgos asociados a una mayor regulación ambiental, readaptación de sus operaciones y cambios en el uso de energías a base de carbono por energías más limpias con la finalidad de reducir las emisiones y mitigar los impactos. Los riesgos que enfrenta una empresa pueden incidir en un cambio en las expectativas de los inversores, debido a la asociación con mayores costes y menos flujos de efectivo futuros (Wu et al., 2022), lo que puede afectar finalmente al precio de las acciones en los mercados bursátiles.

Por lo expuesto, en el segundo capítulo de esta Tesis se estudia la respuesta de los mercados bursátiles de seis países latinoamericanos, dos norteamericanos, trece europeos y dos asiáticos a los anuncios relacionados con causas y consecuencias del cambio climático como son los récords de concentraciones de GEI, en particular del CO<sub>2</sub>, publicados por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) y por la Organización Meteorológica Mundial; los récords de temperatura publicados por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los Estados Unidos; y los anuncios sobre colapsos de plataformas de hielo publicados por el Centro de Datos Nacional sobre Nieve y Hielo (NSIDC) de los Estados Unidos y por la NASA.

Para la estimación de los rendimientos anormales y los rendimientos anormales acumulados alrededor de las fechas de suceso se utiliza la metodología de estudio de eventos, analizando el día del evento y el día posterior, y además se toma en consideración tres ventanas de 5, 15 y 30 días a partir del día del evento y dos periodos muestrales 1995-2022 y 2016-2022.

Nuestros resultados muestran una reducción de la riqueza en gran parte de los mercados analizados vinculada exclusivamente a la valoración del riesgo de transición asociado a una mayor regulación y control de las emisiones de GEI, ya que más de la mitad de los mercados reaccionaron a los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> de la Organización Meteorológica Mundial en la ventana de 30 días. Esta reacción se observa tanto en países europeos, latinoamericanos, norteamericanos como asiáticos. Además, se destaca que en general los países europeos experimentan un mayor impacto en sus rendimientos para los efectos acumulados a 15 y 30 días a partir del anuncio tras la entrada en vigor del acuerdo de París. Creemos que esto puede deberse principalmente al fuerte compromiso de la Unión Europea en la reducción de las emisiones de GEI. Respecto a los anuncios relacionados con los récords de temperatura y con los colapsos de plataformas de hielo, eventos que se relacionan con el riesgo físico, la evidencia empírica pone de manifiesto que gran parte de los mercados no reaccionan significativamente a estos anuncios y, en los pocos casos que reaccionaron, la mayor parte son reacciones positivas.

### **Capítulo 3: Determinantes del comportamiento de los mercados bursátiles mundiales ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>**

En el capítulo dos de la Tesis Doctoral se obtuvo que más de la mitad de los mercados analizados reaccionaron a los anuncios de la Organización Meteorológica Mundial sobre los récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Algunos de estos países se ubican en Norteamérica, Europa, Latinoamérica y Asia, sin encontrar una característica específica que permita relacionar los resultados. Pensamos que ante estos resultados sería interesante analizar qué variables están relacionadas con el nivel de reacción de los mercados a los anuncios de la WMO, concretamente se analizan variables relacionadas con factores macroeconómicos que previamente han sido asociados con los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub>. La literatura ha puesto de manifiesto que la globalización, el desarrollo financiero, el crecimiento económico y las políticas climáticas inciden en las emisiones de CO<sub>2</sub>, aunque no hay consenso sobre la dirección de esta relación. Por un lado, varios autores han indicado que cuanto mayor es el grado de estos factores, mayor es la incidencia sobre el medioambiente debido al incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Al-Mulali et al., 2015; Boutabba, 2014; Destek, 2020; Kalaycı & Hayaloğlu, 2019; Sehrawat et al., 2015), mientras que otros sugieren que se produce una menor degradación ambiental debido a la reducción del CO<sub>2</sub> (Acheampong, 2018; Anees et al., 2019; Chen et al., 2019; Shahbaz et al., 2017; Tamazian et al., 2009; Zafar et al., 2019; Zaidi et al., 2019).

Por lo expuesto en este capítulo se busca estudiar si las variables macroeconómicas anteriormente mencionadas explican la reacción de los mercados bursátiles ante anuncios

de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>, que se toman como subrogados del riesgo de transición. Para contrastar las hipótesis planteadas, se utiliza un modelo de regresión con datos de panel en el periodo muestral 2016-2021 y una muestra de trece países europeos, seis países latinoamericanos, dos norteamericanos y dos asiáticos; empleando como variable dependiente los rendimientos anormales acumulados a 30 días desde el anuncio del evento de los récords de concentraciones de la WMO, que se calculan utilizando un modelo de estudio de eventos ajustado mediante el modelo de Heterocedasticidad Condicional Auto Regresiva Generalizada (GARCH), y como variables independientes se toman el índice de globalización del Instituto Económico Suizo KOF, el PIB per cápita del Banco Mundial (crecimiento económico), el índice de desarrollo financiero del Fondo Monetario Internacional y el índice de política climática de German Watch.

Nuestros resultados son consistentes y muestran que los factores que inciden en la magnitud de los rendimientos anormales acumulados son el grado de globalización y el compromiso en materia de política climática del país evaluado. Respecto a la globalización encontramos una relación positiva con el CAR, lo que puede explicarse desde dos puntos de vista. Por un lado, los países más globalizados han ido innovando en sus procesos, lo que ha permitido mejorar la eficiencia energética. Por otro lado, el hecho de que los países más desarrollados han exportado sus industrias contaminantes a regiones con políticas ambientales menos severas (*Pollution Haven Hypothesis*), por lo que bajo los dos escenarios mencionados los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> impactarían en menor medida en los mercados dado que no contribuyen de forma significativa a estos aumentos. Respecto de las políticas climáticas, se observa una relación negativa, lo que sugiere que los mercados de países con normativas climáticas más estrictas respecto a la lucha contra el cambio climático recogen en los precios los mayores costes que para las empresas supondrá su adaptación a una economía baja en CO<sub>2</sub>.

#### **Capítulo 4: El impacto de los riesgos climáticos en el desempeño de las empresas agrícolas a nivel global**

El cambio climático lleva consigo riesgos físicos sobre las empresas debido a los impactos que tienen los fenómenos climáticos y meteorológicos sobre los activos empresariales y sus operaciones. Los cambios en los niveles de la temperatura, precipitaciones, y la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos derivados del cambio climático, efectivamente tienen un impacto sobre la economía (Dell et al., 2012, 2014), en especial sobre aquellas industrias más sensibles al clima, como la agrícola. Diversas investigaciones han analizado el impacto de eventos climáticos y meteorológicos sobre la producción agrícola, encontrando que efectivamente las variaciones climáticas influyen

sobre el rendimiento de los cultivos, ya que estas inciden sobre el suelo, la calidad del agua, las infraestructuras y la propagación de enfermedades que tendrán un impacto sobre los cultivos, lo que representa un riesgo tanto para las empresas como para la sociedad (FAO, 2023; Hlavinka et al., 2009; Lachaud et al., 2022; Posthumus et al., 2009; Shi & Tao, 2014; Taraz, 2018; Venkatappa & Sasaki, 2021).

Debido a que el impacto sobre las empresas agrícolas dependerá del grado de la amenaza climática, en este capítulo profundizamos en nuestro estudio y analizamos dos tipos de riesgos físicos sobre la rentabilidad, a saber, los crónicos y los agudos. Para este propósito se estima un modelo en datos de panel tomando como variable dependiente la rentabilidad sobre los activos (ROA) y la rentabilidad sobre las ventas (ROS), y como variables independientes variables climáticas, como la temperatura y las precipitaciones, que se toman como subrogados de los riesgos crónicos, y las sequías e inundaciones, que se toman como subrogados de los riesgos agudos. Además, se incluyen variables de control a nivel de empresa y macroeconómico. La muestra está constituida por 141.188 observaciones empresa-año de 69 países en el periodo 2013-2021. El análisis se lleva a cabo considerando la totalidad de empresas de la muestra y, con la finalidad de observar si existen diferencias de acuerdo a su tamaño, se divide la muestra en cuatro categorías: microempresas, pequeñas empresas, medianas empresas y grandes empresas. Además, para evaluar el grado de exposición de las empresas al riesgo físico crónico se procede a clasificar la muestra según la zona climática: continental, templada, tropical, seca y polar.

Los resultados obtenidos destacan que, efectivamente, los riesgos físicos agudos y crónicos inciden sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas, dado que existe un impacto sobre los cultivos, las operaciones y la infraestructura, siendo el impacto más severo en las micro y pequeñas empresas, puesto que poseen una cantidad limitada de recursos para hacer frente a las consecuencias del cambio climático y también menos capacidad para diversificar su producción por zona. En cuanto a la exposición de las empresas, nuestros resultados revelan que aquellas ubicadas en zonas de clima continental son las más afectadas por los cambios en el nivel de la temperatura.

## Referencias

- Acheampong, A. O. (2018). Economic growth , CO 2 emissions and energy consumption : What causes what and where? *Energy Economics*, 74, 677–692. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.022>
- Al-Mulali, U., Tang, C. F., & Ozturk, I. (2015). Does financial development reduce environmental degradation? Evidence from a panel study of 129 countries.



*Environmental Science and Pollution Research*, 22(19), 14891–14900.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-015-4726-x>

- Anees, S., Zaidi, H., Wasif, M., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 228, 533–543.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.210>
- Boutabba, M. A. (2014). The impact of financial development, income, energy and trade on carbon emissions: Evidence from the Indian economy. *Economic Modelling*, 40(2014), 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.03.005>
- Chen, S., Saud, S., Bano, S., & Haseeb, A. (2019). The nexus between financial development, globalization, and environmental degradation: Fresh evidence from Central and Eastern European Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 24733–24747.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66–95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), 740–798. <https://doi.org/10.1257/jel.52.3.740>
- Destek, M. A. (2020). Investigation on the role of economic, social, and political globalization on environment: evidence from CEECs. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(27), 33601–33614. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04698-x>
- FAO. (2023). *Climate change impact on crop production - need for adaptation to climate change*. Food and Agriculture Organization of the United States. <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b1-crops/chapter-b1-1/en/>
- Hlavinka, P., Trnka, M., Semerádová, D., Dubrovský, M., Žalud, Z., & Možný, M. (2009). Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic. In *Agricultural and Forest Meteorology* (Vol. 149, Issues 3–4). <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.09.004>
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2014). *Cambio climático 2014 Informe de síntesis Resumen para responsables de políticas*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf)
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2021). IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2023). Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report. In *Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.4324/9781315071961-11>

- Kalaycı, C., & Hayaloğlu, P. (2019). The impact of economic globalization on CO2 emissions: The case of NAFTA countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 356–360. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7233>
- Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E., & Ludena, C. E. (2022). Economic effects of climate change on agricultural production and productivity in Latin America and the Caribbean (LAC). *Agricultural Economics*, April 2021, 321–332. <https://doi.org/10.1111/agec.12682>
- Posthumus, H., Morris, J., Hess, T. M., Neville, D., Phillips, E., & Baylis, A. (2009). Impacts of the summer 2007 floods on agriculture in England. *Journal of Flood Risk Management*, 2(3), 182–189. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2009.01031.x>
- Rokhmawati, A., Sathye, M., & Sathye, S. (2015). The Effect of GHG Emission, Environmental Performance, and Social Performance on Financial Performance of Listed Manufacturing Firms in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211(September), 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.061>
- Sehrawat, M., Giri, A. K., & Mohapatra, G. (2015). The impact of financial development, economic growth and energy consumption on environmental degradation: Evidence from India. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 26(5), 666–682. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2014-0063>
- Shahbaz, M., Khan, S., Ali, A., & Bhattacharya, M. (2017). The impact of globalization on CO2 emissions in China. *The Singapore Economic Review*, 62(3). <https://doi.org/10.1142/S0217590817400331>
- Shi, W., & Tao, F. (2014). Vulnerability of African maize yield to climate change and variability during 1961-2010. *Food Security*, 6(4), 471–481. <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0370-4>
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries. *Energy Policy*, 37(1), 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025>
- Tankov, P., & Tantet, A. (2019). Climate Data for Physical Risk Assessment in Finance. *SSRN Electronic Journal*, 1–25. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3480156>
- Taraz, V. (2018). Can farmers adapt to higher temperatures? Evidence from India. *World Development*, 112, 205–219. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.006>
- Venkatappa, M., & Sasaki, N. (2021). Datasets of drought and flood impact on croplands in Southeast Asia from 1980 to 2019. *Data in Brief*, 38, 107406. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107406>
- World Meteorological Organization WMO. (2023). *Rate and impact of climate change surges dramatically in 2011-2020*. World Meteorological Organization. <https://wmo.int/news/media-centre/rate-and-impact-of-climate-change-surges-dramatically-2011-2020#:~:text=It%20was%20the%20warmest%20decade,were%20between%202015%20and%202020>
- Wu, N., Xiao, W., Liu, W., & Zhang, Z. (2022). Corporate climate risk and stock market reaction to performance briefings in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 53801–53820. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19479-2>

- Zafar, M. W., Saud, S., & Hou, F. (2019). The impact of globalization and financial development on environmental quality: evidence from selected countries in the Organization for Economic Co-operation and Development ( OECD ). *Environmental Science and Pollution Research* (2019), 26, 13246–13262.
- Zaidi, S. A. H., Zafar, M. W., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 228, 533–543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.210>



# **Capítulo 1. Respuesta de los mercados bursátiles mundiales a los acuerdos y conferencias sobre cambio climático**



## 1.1. Introducción

Existe un consenso generalizado de que la actividad humana, a través de su clásico modelo de producción y consumo, ha generado una degradación ambiental extrema en las últimas décadas. El reconocimiento de que el planeta está pasando por una de las crisis ambientales más complejas no es algo nuevo. Desde hace más de 30 años se han desarrollado múltiples iniciativas con la finalidad de luchar contra el cambio climático y las consecuencias que trae consigo. Uno de los primeros pasos tomados es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, cuyo objetivo es “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”, instando a los países desarrollados a adoptar políticas nacionales para mitigar el cambio (Naciones Unidas, 1992).

Como parte de la CMNUCC, cada año desde 1995 se ha desarrollado la Conferencia de las Partes, la que funciona como órgano responsable de revisar la aplicación de la Convención. En 1997, en su tercera sesión, la COP 3 aprobó el Protocolo de Kioto, que comprometía a los países desarrollados a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 5% en el periodo 2008-2012 en relación con los niveles registrados en 1990 (Naciones Unidas, 1998), de manera que se evidencie las diferencias entre los países respecto a sus emisiones y recursos (Grubb, 2004). Posteriormente, en la COP 21 se adopta el Acuerdo de París, logrando un hito histórico, ya que se llega a un acuerdo global para la lucha contra el cambio climático, en el que todos los países firmantes se comprometen a limitar sus emisiones de gases de efecto de invernadero. El objetivo de este acuerdo es “reforzar la respuesta sobre el cambio climático, y para ello establece mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C” (Naciones Unidas, 2015). Esto supone un cambio radical sobre cómo se distribuyen las reducciones de emisiones entre los países bajo la CMNUCC, ya que en el Protocolo de Kioto los compromisos de mitigación se enfocaban en los países del Anexo I del protocolo, entre los que se encontraban Estados Unidos, Reino Unido y España, mientras que bajo el Acuerdo de París todos los estados hacen contribuciones de reducción (Kuyper et al., 2018).

El cumplimiento de lo establecido en los acuerdos y conferencias de cambio climático implica que los países firmantes incluyan dentro de sus planes de desarrollo, políticas o regulaciones que permitan mitigar el cambio, lo que conlleva riesgos y costes sobre las

empresas. Existen diversos riesgos derivados del cambio climático que afectan a la rentabilidad de las empresas, siendo uno de estos el riesgo de transición, que está asociado a tres factores a saber: el riesgo de políticas relacionadas con la implementación de normativas y leyes con el objetivo de reducir los GEI, en particular el CO<sub>2</sub>; el riesgo tecnológico, referente a la implementación de tecnologías bajas en carbono; y, finalmente, los cambios en la preferencias, en el que los consumidores e inversores exigen una actuación empresarial más responsable (Venturini, 2022). Los riesgos de transición implican costes relacionados con la adopción de prácticas bajas en carbono que pueden afectar a los flujos de caja futuros y a la rentabilidad de las empresas, además los riesgos del cambio climático implican una prima de riesgo positiva y creciente (Bansal et al., 2016; Karydas & Xepapadeas, 2019), lo que implicaría un cambio en la tasa de actualización dado el cambio en el riesgo sistemático, por lo que los riesgos relacionados con el cambio climático pueden tener un impacto significativo en el precio de las acciones, en particular en empresas de sectores altamente contaminantes, debido a su alta contribución al aumento de las emisiones de GEI.

Dado que la efectividad de los tratados estará determinada por el grado de compromiso de cada país de alcanzar los objetivos de reducción, al incorporar políticas nacionales que incentiven la disminución de los GEI y apliquen sanciones a aquellas que incumplan lo normado, así como del tipo de industrias, se espera que los mercados financieros reaccionen ante la llegada de información asociada al riesgo de transición según su ubicación geográfica, y que esta reacción dependa del sector de actividad. Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo es analizar la reacción del mercado bursátil a eventos programados en la lucha contra el cambio climático: El Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y las Conferencias de las Partes más relevantes. Con el fin de realizar esta investigación, se analiza el comportamiento de 10 sectores de la economía (energía, materiales básicos, industrial, consumo discrecional, financiero, productos de primera necesidad, salud, telecomunicaciones, tecnología y servicios de utilidad pública) en los mercados latinoamericanos, norteamericanos y europeos.

Nuestros resultados muestran que los mercados europeos experimentan una pérdida de la riqueza el día de los anuncios, lo que vendría explicado por el firme compromiso de la Unión Europea de reducir las emisiones. El anuncio de la adopción de un tratado o participación de una conferencia puede llevar a los inversores a pensar que se tomarán medidas a nivel nacional en el futuro para cumplir con los acuerdos alcanzados a través de la introducción de leyes medioambientales nacionales y la transición hacia fuentes de energía más limpias, lo que puede tener un impacto negativo en la riqueza de los



accionistas, ya que las empresas deberán incurrir en diversos costes que engloban inversiones en tecnologías para lograr una mayor eficiencia energética y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. En la misma línea, en Latinoamérica, a pesar de que en los últimos años no se han establecido mecanismos concretos para priorizar el cuidado ambiental a través de la reducción de las emisiones, sino que se han enfocado en estimular el crecimiento económico, se observa una reacción del mercado ante los anuncios de acuerdos climáticos, y en general estas son negativas. Esto sugiere que, a pesar de la falta de un enfoque de sostenibilidad ambiental en las políticas y regulaciones de la región, los inversores reaccionan debido a una preocupación por posibles cambios en el marco regulatorio en el futuro, que podría afectar a la estabilidad de las inversiones en la región. Además, refleja el riesgo relacionado con un cambio en las preferencias de los grupos de interés, motivados por una mayor conciencia ambiental y una consideración de aspectos ambientales en sus decisiones financieras. Finalmente, a diferencia de Europa y Latinoamérica, en Norteamérica, gran parte de los mercados reaccionaron de forma positiva a los anuncios relacionados con la lucha contra el cambio climático. Una explicación podría ser el bajo compromiso de los gobiernos de Estados Unidos y Canadá en establecer metas concretas para limitar las emisiones de GEI dentro de sus políticas nacionales, por la posibilidad de perder competitividad frente a otros mercados.

Por lo tanto, estos resultados reflejan la preocupación de los inversores en los mercados latinoamericanos y europeos, por potenciales desafíos y costes que podrían surgir al adaptarse a políticas y regulaciones más estrictas relacionadas con el cambio climático. Esto podría incluir preocupaciones sobre la inversión requerida para cumplir con estándares ambientales más rigurosos, así como temores sobre la posibilidad de afrontar sanciones o pérdida de competitividad en mercados internacionales, valorando así el incremento en los riesgos de transición asociados a los anuncios de eventos programados relativos a posibles acuerdos relacionados con la mitigación del cambio climático.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La Sección 1.2 hace un análisis de la evolución de los acuerdos internacionales en materia medioambiental. La Sección 1.3 proporciona una revisión de los antecedentes de las políticas ambientales y el desarrollo de las hipótesis. La Sección 1.4 describe la metodología y datos utilizados. La Sección 1.5 analiza los resultados empíricos obtenidos y su discusión. La Sección 1.6 presenta las principales conclusiones.

## 1.2. Evolución de Kioto a París

Desde 1995 se ha celebrado cada año la Conferencia de las Partes con la finalidad de coordinar acciones conjuntas en la lucha contra el cambio climático. Una de las conferencias más relevantes es la COP 3, en donde se aprueba el Protocolo de Kioto. Este acuerdo comprometía a los países desarrollados, incluyendo a países de la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá a reducir las emisiones de GEI.

Posteriormente, en la COP 13 desarrollada en Bali-Indonesia en 2007, a pesar de haberse ocasionado diversas discusiones entre Estados Unidos y la Unión Europea respecto a los límites de reducciones de las emisiones de los países industrializados, se establece el “Plan de Acción de Bali”, alcanzado gracias al compromiso de los países en desarrollo de asumir una mayor participación, a través de la reducción de las emisiones (Puentes, 2008; Sterk et al., 2010). El plan de acción incluía compromisos de mitigación a través de objetivos cuantificables de reducción de las emisiones para los países desarrollados, y para los países en desarrollo se establecían medidas de mitigación de acuerdo al contexto del país, contando con acceso a financiamiento y tecnología (Naciones Unidas, 2007). A pesar de los compromisos alcanzados, en este plan no se establecían rangos de reducción dejando la puerta abierta a la interpretación de las partes sobre las medidas a tomar (Christoff, 2008).

Dos años después, en 2009 se celebra en Copenhague-Dinamarca la decimoquinta conferencia de las partes de la CMNUCC para discutir los problemas relacionados con el cambio climático y negociar un nuevo acuerdo que entraría en efecto al finalizar el Protocolo de Kioto (Egenhofer & Georgiev, 2012). En esta conferencia se alcanza el Acuerdo de Copenhague, que promueve la disminución de las emisiones de GEI para lograr mantener el aumento de la temperatura a niveles por debajo de los 2°C. Los países desarrollados acordaron ofrecer financiación a los países en desarrollo con la finalidad de apoyar las actividades de mitigación, a través del desembolso de 30.000 millones de dólares para el periodo 2010-2012 y otros 100.000 millones de dólares para el año 2020 (Lau et al., 2012; Naciones Unidas, 2010a). A pesar de los objetivos establecidos, el Acuerdo de Copenhague no cumplió con los resultados esperados, dado que no se instauraron límites de emisiones.

Un año después se celebró la COP 16, con sede en Cancún – México, y se adopta el Acuerdo de Cancún que establece 7 puntos relevantes, entre ellos, la cooperación a largo plazo, medidas de adopción y mitigación, y financiación. Además, las partes se comprometen a trabajar para establecer un objetivo global y disminuir las emisiones para

el año 2050, que sería examinado en la siguiente reunión en 2011. El acuerdo establecía luchar contra el cambio climático, pero con objetivos diferenciados de reducción de las emisiones y, además, aportar recursos a los países en desarrollo para estrategias de mitigación y adaptación (Naciones Unidas, 2010b).

Posteriormente, en la conferencia de las partes celebrada en Durban en 2011, las negociaciones respecto al Protocolo de Kioto, Plan de Acción de Bali y el Acuerdo de Cancún avanzaron, por lo que todos los países, incluidos Estados Unidos, China, e India, decidieron negociar un nuevo acuerdo jurídicamente vinculante en el marco de la CMNUCC, que debería estar listo para el 2015, ser aprobado en la COP 21 y entrar en vigor en 2020 (Kypreos & Lehtilä, 2016, Naciones Unidas, 2011).

En la conferencia de Doha (COP 18) de 2012, después de casi dos semanas de negociaciones, se logró ampliar el periodo del Protocolo de Kioto prorrogando su finalización hasta el año 2020, lo que contó con la participación de un menor número de países. Posteriormente, en 2014 se celebró en Lima la Conferencia de las Partes (COP 20), con el objetivo de elaborar un nuevo convenio que permitiese reducir las emisiones de GEI. Durante este encuentro, los diversos países contribuyeron en la formulación de los elementos del nuevo acuerdo, que se aprobaría en París el siguiente año (United Nations Climate Change, 2014). Finalmente, en la COP 21 se adoptó el Acuerdo de París, logrando un hito histórico dado que se llega a un acuerdo global para la lucha contra el cambio climático, en el que todos los países firmantes se comprometen a limitar sus emisiones de gases de efecto de invernadero.

### **1.3. Antecedentes y desarrollo de hipótesis**

El cambio climático ha supuesto que las empresas se enfrenten a diversos costes, entre ellos los asociados a los riesgos de transición, que vienen definidos por tres factores. El primero corresponde a las políticas de mitigación climática, que tienen como objetivo reducir las emisiones de GEI causantes del calentamiento global. El segundo, el tecnológico, referente al uso de tecnologías limpias, bajas en carbono, como un mecanismo para hacer frente a políticas ambientales. Y el tercero, el cambio en las preferencias de los grupos de interés motivados por una mayor preocupación ambiental (Venturini, 2022).

Tratar de descarbonizar la economía implica un cambio significativo en varios sectores, en especial en los extractivos o los que dependen de los combustibles fósiles para desarrollar su actividad, por lo que el riesgo que enfrentan estas empresas dependerá de los compromisos adquiridos de los países firmantes en los diversos tratados internacionales y

de cómo incorporen estos objetivos en sus legislaciones nacionales. Con la finalidad de comprender cómo los riesgos de transición influyen en los mercados financieros, procedemos a evaluar la evolución de las políticas medioambientales de las tres regiones geográficas bajo análisis, lo que permitirá discernir si estas regulaciones están orientados a descarbonizar la economía o si, por el contrario, priorizan el desarrollo de las industrias sin considerar adecuadamente las implicaciones medioambientales.

### **1.3.1. Evolución de políticas medioambientales en Europa**

La Unión Europea (UE) ha tomado un rol predominante en el liderazgo en la lucha contra el cambio climático desde la adopción de la CMNUCC (Bäckstrand & Elgström, 2013; Kilian & Elgström, 2010; Oberthür & Dupont, 2021; Oberthür & Kelly, 2008). Como parte de las políticas adoptadas en bloque, en el año 2000 se establece el Programa Europeo de Cambio Climático (ECCP, por sus siglas en inglés) con el objetivo de identificar políticas que puedan adoptarse para reducir el efecto de los GEI, y de esta forma cumplir con la reducción de las emisiones pactadas en el Protocolo de Kioto (Comisión Europea, 2014). EL ECCP dio paso al esquema de comercio de derechos de emisión (ETS, por sus siglas en inglés), siendo el mercado más grande de carbono en el mundo y se basa en la reducción de las emisiones a través de incentivos económicos. Actualmente los países de UE adoptan este sistema, limitando las emisiones a más de 10.000 instalaciones del sector energético, manufacturero y de aviación civil (Anna & Evans, 2017; European Commission, 2021).

Posteriormente, en 2008, los líderes del Parlamento Europeo adoptan el acuerdo conocido como el paquete de Energía y Clima de la UE 2020, que establece recortar un 20% las emisiones de GEI para el 2020 en comparación a los niveles de 1990, lograr que el 20% del consumo energético esté representado por energías renovables y reducir en un 20% el consumo de energía en el 2020 (European Commission, 2008). Debido al avance en el cumplimiento de los objetivos, en 2014 los países de la Unión Europea acordaron el Marco sobre Clima y Energía 2030, previo a la conferencia de las partes en París. Este Marco proponía nuevos objetivos a alcanzar para el 2030 con la finalidad de contribuir en la lucha contra el cambio climático. Los objetivos acordados por el Consejo Europeo eran reducir un 40% las emisiones de GEI tomando como base el año 1990, lograr que el 27% del consumo energético fuera de energías renovables y mejorar la eficiencia energética en un 27% (European Council, 2014). Posteriormente, en diciembre de 2020, se incrementaron los valores establecidos y los países se comprometieron a reducir las emisiones en su conjunto un 55%, mejorar la eficiencia en un 32,5% y que el consumo de energías renovables alcanzase un 32% para el año 2030. De acuerdo con la información emitida

por la Agencia Europea de Medio Ambiente en 2020, las emisiones de GEI disminuyeron en un 34% respecto a los niveles de 1990 (Förster et al., 2021), superando los objetivos planteados para ese año. En 2015 el liderazgo y la diplomacia de la Unión Europea lograron tres objetivos con éxito: que el Acuerdo de París fuera jurídicamente vinculante, incorporar una revisión cada 5 años y mayor transparencia en la acción de los países firmantes (Oztig, 2017).

Dado que la riqueza de los accionistas se puede ver perjudicada al incorporar leyes medioambientales vinculadas al riesgo de transición, ya que las empresas deben asumir costes asociados con el cumplimiento de estas medidas, diversos estudios han evaluado cómo afecta la llegada de información relacionada con políticas medioambientales a los mercados europeos. Birindelli & Chiappini (2021) investigan si las políticas contra el cambio climático afectan a los inversores en la Unión Europea, concluyendo que en todos los sectores hubo algún tipo de reacción ante al menos un evento, siendo las reacciones negativas superiores, destacando que el sector industrial fue uno de los más afectados. Pham et al. (2019) muestran que en el mercado alemán todos los sectores, excepto el de telecomunicaciones, reaccionaron a políticas de cambio climático, mostrando que las industrias contaminantes, como materiales básicos, químicos e industrial presentaron rendimientos anormales negativos. Dado el liderazgo de la Unión Europea UE en la lucha contra el cambio climático y su fuerte compromiso en el cumplimiento de los objetivos trazados en los tratados internacionales a través de la creación de regulaciones internas, creemos que los accionistas reaccionarán de forma negativa a los tratados climáticos dada las repercusiones que tendrán posteriormente a nivel empresarial. En función de lo expuesto se plantea la siguiente hipótesis:

*H1: Se espera una reacción negativa en los mercados financieros por parte de todas las industrias europeas ante los anuncios relacionados con acuerdos de cambio climático y conferencias de las partes.*

Las diversas medidas adoptadas por los gobiernos para limitar las emisiones, ya sea a través de impuestos o fijación de límites de emisiones, pueden generar cambios en las operaciones de las empresas, en especial de aquellas que son altamente contaminantes, que tendrán que afrontar un aumento de los costes y, como resultado, podrían enfrentar la posibilidad de perder su competitividad. Esto podría ser interpretado por los inversores como una reducción esperada en los flujos de efectivo futuros (Semieniuk et al., 2021), que podría llevar a una reducción en el precio de las acciones de las industrias más contaminantes. En función de lo expuesto se plantea la siguiente hipótesis:

*H2: En Europa los sectores más contaminantes, como el de energía, materiales básicos, industrial y servicios de utilidad pública, son los más afectados cuando se anuncian eventos relacionados con acuerdos de cambio climático y conferencia de las partes.*

### **1.3.2. Evolución de políticas medioambientales en Latinoamérica**

Las emisiones totales de GEI en América Latina no sobrepasan el 7% de las emisiones globales, y una parte significativa de estas se concentra en el sector energético, concentrando Brasil y México el mayor volumen de emisiones. A pesar de su contribución, en Brasil se ha observado una resistencia al cumplimiento de la agenda climática global. Aunque en 2009 se comprometió a combatir el cambio climático al aprobar la Ley 12187, que establecía una Política Nacional de Cambio Climático en el periodo 2011-2018, durante las presidencias de Dilma Rousseff y Michel Temer, la agenda climática tomó un giro quedando rezagada de las políticas nacionales, situación que se agravó durante la Presidencia de Jair Bolsonaro, debido a la posición negacionista del presidente (Cáceres Garay & Arrúa, 2020; Franchini et al., 2020), lo que ha resultado en un estancamiento de las políticas medioambientales.

Igualmente, en México las emisiones de CO<sub>2</sub> han aumentado en 182.54 MtCO<sub>2</sub>-eq<sup>1</sup> entre 1990 y 2020, y a pesar de ser el segundo mayor contaminante de la región, no se han establecido metas claras y duraderas en políticas de mitigación. Aunque en la presidencia de Felipe Calderón se establecieron objetivos voluntarios de reducción en sus niveles de contaminación y mejora de la eficiencia energética, en la presidencia de Enrique Peña Nieto el proceso dio un retroceso, dando mayor énfasis a las políticas económicas sobre las políticas medioambientales (Sosa-Núñez, 2015), generando un aumento en la extracción y consumo de combustible fósiles como medidas para mejorar la situación económica de México.

En la misma línea, dada la vulnerabilidad de Perú respecto al cambio climático, el país ha asumido el compromiso de reducir las emisiones de GEI a través de la implementación de medidas que fomenten una mayor utilización de energías renovables. A pesar de los esfuerzos en la consecución de los objetivos pactados, estos no han sido exitosos ya que se evidencia un aumento en el total de las emisiones en los últimos años, lo que debe principalmente a falta de cooperación del sector privado (Gobierno del Perú, 2015; Ministerio del Ambiente-MINAM, 2015; Vázquez-Rowe et al., 2019).

---

<sup>1</sup> MtCO<sub>2</sub>-eq es una unidad de medida en kilo toneladas de la huella de carbono, que se calcula sobre la totalidad de los gases de efecto invernadero.

Por otro lado, Chile se ha convertido en un líder en la lucha contra el cambio climático en la región latinoamericana instaurando medidas de protección sobre el medioambiente. Desde el año 2000, la legislación climática chilena ha ido en aumento, llegando a instaurar en 2014, un impuesto al carbono sobre las emisiones de los vehículos y de las industrias altamente contaminantes. En la parte energética ha dedicado sus esfuerzos a la inversión en energías renovables (Madariaga, 2019). Además, Chile ha implementado una política energética ambiciosa conocida como Energía 2050, que concibe un uso de energía respetuosa con el medioambiente, la eficiencia energética, la reducción de las emisiones de GEI, la gestión de las emisiones directas e indirectas, y la exploración de ahorros potenciales de energía, entre otros. Así ha establecido como objetivos para el año 2035 y 2050 lograr que la generación eléctrica provenga al menos en un 60% de fuentes de energía renovables en 2035 y de un 70% en 2050, además de introducir metas nacionales de reducción de emisiones de GEI para el año 2050 (Ministerio de Energía, 2017; Simsek et al., 2019). Posteriormente, en junio de 2022, se adopta la Ley 21455, que proporciona un marco jurídico para abordar los desafíos del cambio climático con el objetivo de alcanzar las emisiones netas cero de GEI para el año 2050. La legislación establece herramientas en todos los niveles de gobierno, así como directrices y mecanismos financieros para enfrentar el cambio climático (Ley 21455: Ley Marco de Cambio Climático, 2022).

En líneas generales, la región se enfrenta a varios desafíos debido a que la estructura económica de varios países depende de la extracción y exportación de combustibles fósiles, minerales y productos agrícolas, que representan una parte considerable del Producto Interior Bruto (PIB) de varios países de América Latina, lo que dificulta que transicione hacia una economía baja en carbono. A pesar de su limitada contribución, Latinoamérica es vulnerable al cambio climático, experimentando un aumento en la frecuencia de eventos meteorológicos extremos que han afectado a la región. Aunque algunos países han asumido compromisos para reducir las emisiones, estas no se han traducido en acciones concretas, ya que en general la región carece de regulaciones ambientales sólidas, teniendo normativas en materia ambiental laxas, lo que permite a las empresas continuar emitiendo grandes cantidades de CO<sub>2</sub> sin afrontar consecuencias significativas (Cárdenas & Orozco, 2022). A diferencia de Europa, Latinoamérica aún no ha logrado establecer una cooperación efectiva a nivel regional para desarrollar políticas de lucha contra el cambio climático de manera conjunta, lo que ha dado lugar a una falta de coordinación entre los países para abordar de manera efectiva la reducción de las emisiones de carbono.

Considerando que, en general, los esfuerzos de América Latina en materia ambiental han sido insuficientes y que los países más contaminantes han contribuido de manera limitada a la reducción de las emisiones, resulta evidente que los gobiernos de la región siguen priorizando el crecimiento económico. Por lo tanto, a pesar de la adopción de acuerdos internacionales en materia climática, es probable que su impacto a través de políticas nacionales sea insuficiente. En consecuencia, los inversores anticipan que las empresas no experimentarán cambios significativos en sus flujos de efectivo futuros, ya que no se enfrentarán a un aumento de los costes asociados a cambios de tecnología en sus procesos productivos para para limitar las emisiones. Por lo expuesto se plantea la siguiente hipótesis:

*H3: No se espera una reacción en los mercados financieros por parte de todas las industrias latinoamericanas ante los anuncios relacionados con acuerdos de cambio climático y conferencias de las partes.*

### **1.3.3. Evolución de políticas medioambientales en Norteamérica**

Existe una gran resistencia en Estados Unidos (EEUU) a las políticas de cambio climático. A pesar de que presidentes como Clinton y Obama propusieron políticas que permiten reducir las emisiones de GEI, presidentes republicanos como Bush y Trump tuvieron una visión diferente, al igual que varios senadores y congresistas. En julio de 1997 el senado emitió una resolución que indicaba que EEUU no debería firmar ningún acuerdo climático amparado por la CMNUCC si no existía mayor flexibilidad en los límites de las emisiones. Asimismo, la retirada de Estados Unidos del Protocolo de Kioto respondió al sistema planteado según el cual únicamente las naciones desarrolladas (Anexo I) debían aportar en la reducción de las emisiones (Kuyper et al., 2018). A pesar de que el presidente Clinton firmó el Protocolo de Kioto, nunca fue sometido al senado para su consentimiento, por lo que en la presidencia de Bush se decide que Estados Unidos no se uniría al acuerdo ya que podría afectar a las compañías americanas por ende a la economía (Harrison, 2007). Posteriormente, en 2003, el senador republicano John McCain y el senador demócrata Joe Lieberman introdujeron una serie de actas conocidas como “*The Climate Stewardships Acts*” que tenían como objetivo establecer un límite máximo de gases de efecto invernadero, con el fin de reducir las emisiones de sectores altamente contaminantes como el de electricidad, manufactura y transporte, que no fue aprobada en el senado por un margen mínimo (Besel, 2012; C2ES, 2021).

En 2009 congresistas demócratas, representantes de estados con economías dependientes del carbón y de la manufactura, manifestaron que no apoyarían ningún



proyecto de ley sobre cambio climático que no protegiera a las industrias estadounidenses, debido a que la limitación de emisiones de GEI aumentaría el coste de productos como el acero y el cemento, entre otros, afectando a la competitividad de las industrias americanas frente aquellos países que no adoptasen límites similares (Broder, 2009). A pesar del respaldo del Presidente Barack Obama a la Agencia de Protección Ambiental (EPA), y la imposición de normativas para limitar el dióxido de carbono en la industria automotriz (Richards, 2016; Schnoor, 2012), las políticas aprobadas no generaron un cambio significativo en el control de las emisiones de GEI.

En 2015 se adoptó el Acuerdo de París, y pese a que usualmente toma varios años en ser ratificado y entrar en vigor un acuerdo de esta magnitud, el proceso se aceleró debido a las elecciones del 2016 en Estados Unidos, por la posibilidad de que el acuerdo no fuera ratificado en la nueva presidencia (Kameyama, 2021). Con la llegada de Trump en enero de 2017, se generó gran controversia sobre sus opiniones sobre el cambio climático al negar firmemente varias veces la responsabilidad de la humanidad en el problema actual, y recortar drásticamente los fondos para la lucha contra el cambio climático (Zhang, 2020), anunciando finalmente en junio de 2017 que Estados Unidos se retiraría del Acuerdo de París, haciéndose efectivo en noviembre de 2020. La dificultad de firmar un tratado internacional en Estados Unidos se debe a la fuerte oposición de las empresas norteamericanas ante las reducciones obligatorias de emisión de GEI.

Asimismo, en Canadá se han observado posturas medioambientales contrarias en los diferentes gobiernos. En 1998 Canadá ratificó el Protocolo de Kioto, comprometiéndose a la reducción de los GEI, creando la Secretaría Nacional de Cambio Climático para cumplir con los compromisos adquiridos en Kioto. Las recomendaciones emitidas por la Secretaría respaldaron el Plan de Acción sobre Cambio climático, cuyo objetivo se basaba en la mitigación mediante las reducciones de los GEI (Henstra, 2017). A pesar de la salida de Estados Unidos del Protocolo de Kioto, Canadá ratificó el Acuerdo en 2002, comprometiéndose a reducir sus emisiones en un 6% en comparación a 1990. Posteriormente, en 2006 el poder pasó a manos de un gobierno conservador, lo que cambió el tono en las discusiones medioambientales coincidiendo con la misma filosofía ambiental de Estados Unidos, que en ese mismo periodo se encontraba gobernada por el republicano George Bush. En 2011, el primer ministro Stephen Harper, uno de los principales opositores del Protocolo, decide retirarse, dado que Canadá no cumpliría con los objetivos planteados. Posteriormente, bajo el mandato del Primer Ministro Trudeau se adopta el acuerdo de París, que se ratifica el 5 de octubre de 2016 (Government of Canada, 2016).

A pesar de que a nivel nacional se ha visto en los últimos años una intención en reducir las emisiones, a nivel federal la situación es más compleja dado que existe una dificultad de formular políticas a nivel nacional, debido a las diferencias en los recursos que posee cada provincia y a la influencia de industrias dependientes del carbono. Es así que provincias como Quebec han empujado políticas de cambio climático más fuertes y otras como Alberta se oponen a los acuerdos internacionales de cambio climático (Chaloux, 2015; Stoett, 2009).

En el mercado norteamericano, Ramiah et al. (2015) concluyen que las regulaciones ambientales afectan los mercados bursátiles, pero en general el anuncio de políticas verdes no necesariamente afecta siempre negativamente a las empresas más contaminantes, debido a la capacidad de las empresas de traspasar a los consumidores los costes adicionales generados por las nuevas políticas. Además, ya que la adopción de acuerdos internacionales usualmente no se traduce en leyes nacionales medioambientales que restrinjan de manera significativa las emisiones de carbono de las empresas norteamericanas, esto podría implicar que los inversores lo perciban como una futura oportunidad respecto de industrias ubicadas en regiones con objetivos de reducción más ambiciosas, con la expectativa de generar mayores flujos de efectivo en el futuro. Por lo expuesto se plantea la siguiente hipótesis:

*H4: Se espera una reacción positiva en los mercados financieros por parte de todas las industrias norteamericanas ante los anuncios relacionados con acuerdos de cambio climático y conferencias de las partes.*

#### **1.4. Metodología y datos**

Para determinar el efecto de las conferencias y acuerdos de cambio climático en los mercados latinoamericanos, europeos y norteamericanos se emplea la metodología de estudio de eventos. Para el cálculo de los rendimientos anormales (AR) y los rendimientos anormales acumulados (CAR) alrededor de las fechas de suceso se utilizan las expresiones (1.1) y (1.2), respectivamente.

$$R_{ijt} = \alpha_{ij} + \beta_{ij}R_{Mt} + \sum_{n=-2}^2 \delta_{ijn}D_{nt} + \mu_{ijt} \quad (1.1)$$

donde la variable dependiente  $R_{ijt}$  es el rendimiento del índice sectorial  $i$  en la región  $j$  en el día  $t$ ,  $R_{Mt}$  es el rendimiento diario del índice mundial de Morgan Stanley Capital International (MSCI), que se toma como subrogado de la cartera de mercado,  $D_{nt}$  es una

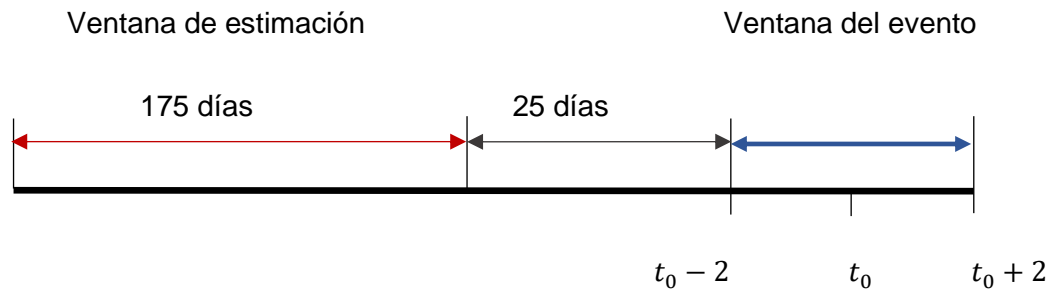
variable ficticia que toma el valor 1 si el día  $t$  pertenece a la ventana de suceso ( $t_0 - 2, t_0 + 2$ ) y 0 en cualquier otro día (para  $n$  igual a  $t_0 - 2, t_0 - 1, t_0, t_0 + 1, t_0 + 2$ ). El coeficiente de interés en la expresión (1.1) es  $\delta_{ijn}$ , que es la estimación del rendimiento anormal de cada evento analizado en el día  $n$  de la ventana de suceso.

$$R_{ijt} = \alpha_i + \beta_{ij}R_{Mt} + \gamma_{ij}D_t + \mu_{ijt} \quad (1.2)$$

Respecto a los rendimientos anormales acumulados (CAR), en este estudio se toman todos los días en que se desarrolla la Conferencia de las Partes, que suelen ser entre 8 y 10 días. En la expresión (1.2),  $D_t$  es una variable ficticia que toma el valor de  $1/T$  con  $T=8$  o  $10$  (el día del evento ( $t_0$ ) y los 7 o 9 días posteriores al evento). El coeficiente  $\gamma_{ij}$  es el rendimiento anormal acumulado (CAR) para cada evento analizado.

La Figura 1.1 muestra la amplitud y disposición de las ventanas de estimación y del suceso en la estimación del AR y CAR de cada suceso. Como se observa en la Figura 1.1 se excluyen 25 días entre la ventana de estimación y la ventana de suceso por considerar que podría ser un periodo contaminado por rumores respecto del suceso.

**Figura 1.1.** Ventanas de estimación y de suceso para la estimación de los AR y CAR mediante las expresiones (1.1) y (1.2)



Respecto del día del evento ( $t_0$ ), en esta investigación se define como el día que se adoptan los acuerdos de cambio climático, y el primer y último día de las conferencias de las partes, cuyas fechas se detallan en la Tabla 1.1. Debido a que las regiones están ubicadas en zonas horarias diferentes, la fecha del evento es en referencia al lugar donde tiene lugar el suceso.

Los eventos de cambio climático seleccionados aparecen en el Panel A de la Tabla 1.1: la entrada en vigor de la CMNUCC (anuncio 1); la aprobación y entrada en vigor del Protocolo

de Kioto (anuncios 2 y 3); y la adopción, ceremonia de firma y entrada de vigor del Acuerdo de París (anuncios 4, 5 y 6). Respecto a las Conferencias de las Partes (anuncios 7 a 14 del Panel B de la Tabla 1.1), se han tomado en consideración las realizadas en los años 1997, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 y 2015.

Por otro lado, se definieron los 10 sectores de actividad usando la clasificación industrial ICB: energía, materiales básicos, industrial, consumo discrecional, finanzas, productos de primera necesidad, salud, telecomunicaciones, tecnología y servicios de utilidad pública.

**Tabla 1.1** Eventos de cambio climático y de desarrollo sostenible

<b>Anuncio</b>	<b>Evento</b>	<b>Fecha</b>
<b>Panel A: Acuerdos sobre cambio climático</b>		
1	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Entrada en vigor	21/03/1994
2	Protocolo de Kioto. Aprobación	11/12/1997
3	Protocolo de Kioto. Entrada en vigor	16/02/2005
4	Acuerdo de París. Adopción	12/12/2015
5	Acuerdo de París. Ceremonia de firma	22/04/2016
6	Acuerdo de París. Entrada en vigor	04/11/2016
<b>Panel B: Conferencias de las partes</b>		
7	COP 3- Kioto-Japón	1/12/1997- 10/12/1997
8	COP 13 Bali-Indonesia	3/12/2007- 14/12/2007
9	COP 15 Copenhague-Dinamarca	7/12/2009- 18/12/2009
10	COP 16- Cancún-México	29/11/2010- 10/12/2010
11	COP 17 Durban-Sudáfrica	28/11/2011- 9/12/2011
12	COP 18 Doha-Qatar	26/11/2012- 7/12/2012
13	COP 20 Lima- Perú	1/12/2014- 12/12/2014
14	COP 21 Paris- Francia	30/11/2015- 11/12/2015

Dado que el objetivo del estudio es analizar el impacto de los eventos en los diferentes sectores de Latinoamérica, Norteamérica y Europa, se ha procedido a construir 10 carteras sectoriales para cada región. Respecto a los mercados europeos y norteamericanos, los precios diarios de los índices sectoriales de cada país (véase la Tabla 1.2) se obtuvieron de la base de datos Thomson Reuters. Posteriormente, se procedió a formar las carteras

ponderadas de los 10 sectores en las dos regiones tomando como referencia el Producto Interno Bruto (PIB) de cada país, medido en una moneda común (dólar estadounidense).

**Tabla 1.2.** Países constituyentes de cada una de las regiones analizadas

<b>Europa</b>	<b>Latinoamérica</b>	<b>Norteamérica</b>
Alemania	Argentina	Canadá
Austria	Brasil	Estados Unidos
Bélgica	Chile	
Dinamarca	Colombia	
España	México	
Finlandia	Perú	
Francia		
Holanda		
Irlanda		
Italia		
Noruega		
Portugal		
Reino Unido		
Suecia		
Suiza		

En Latinoamérica, el proceso de cálculo del rendimiento de las carteras sectoriales difirió de las otras 2 zonas, dado que no se tenía acceso a los precios de índices sectoriales de cada país en la región. En primer lugar, de la base de datos Thomson Reuters se descargó el precio diario de las acciones de las empresas cotizadas de los 6 países latinoamericanos y se agruparon las empresas en 10 carteras, cada una correspondiente a los 10 sectores a estudiar. Una vez agrupadas, se calculó el rendimiento promedio ponderado por el valor de mercado de las empresas de cada sector en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y México. Finalmente, con los rendimientos sectoriales por país se procedió a calcular los rendimientos sectoriales de la región usando el mismo procedimiento que en Europa y Norteamérica.

## **1.5. Resultados y discusión**

### **1.5.1. Acuerdos sobre el Cambio Climático**

La Tabla 1.3 muestra el tipo de reacción encontrada a los acuerdos de cambio climático (anuncios del Panel A de la Tabla 1.1) con independencia del sector de actividad. El criterio para clasificar los distintos anuncios es el signo del rendimiento anormal el día  $t_0$  y si éste es estadísticamente significativo o no al menos para un nivel de significación del 10%.

Como se aprecia en la Tabla 1.3, en más del 65% de los anuncios encontramos un impacto significativo en las tres regiones. En Latinoamérica, todos los sectores analizados reaccionaron al menos a un evento, y la mayor parte de forma negativa (53%), aunque también se evidencia rendimientos anormales positivos (13%). En Europa, la tendencia es similar, pero el número de rendimientos anormales negativos es superior al de Latinoamérica (63%). Lo contrario sucede en Norteamérica, dado que las reacciones positivas (57%) son más de cuatro veces más frecuentes que las reacciones negativas (13%).

**Tabla 1.3.** Tipos de reacción a eventos de cambio climático: CMNUCC, Protocolo de Kioto y Acuerdo de París.

	Europa		Latinoamérica		Norteamérica	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
<b>Negativos</b>	38	63%	32	53%	8	13%
<b>Positivos</b>	2	3%	8	13%	34	57%
<b>Sin Reacción</b>	20	34%	20	34%	18	30%

**Nota:** Los eventos son clasificados como “negativo” o “positivo” en función del signo del AR de  $t_0$  siempre que éste sea estadísticamente significativo al menos al 10%. Si el evento no es estadísticamente significativo, se clasifica como “sin reacción”.

En la Tabla 1.4 se presentan los rendimientos anormales del día  $t_0$  para la CMNUCC y el Protocolo de Kioto. Con el objeto de clarificar la exposición tan solo se muestran aquellos rendimientos anormales estadísticamente significativos al 10%. Uno de los eventos claves respecto a la lucha del cambio climático es la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que fue adoptada en 1992 y entró en vigor en 1994. Cuando la convención entra en vigor, en Europa siete sectores reaccionaron de manera negativa, incluyendo el sector energético e industrial. En Latinoamérica, todos los sectores, a excepción de salud y tecnología, experimentaron una respuesta negativa. En Norteamérica, los sectores de energía, materiales básicos e industrial presentaron rendimientos anormales negativos, mientras que el sector servicios de utilidad pública presentó rendimientos anormales positivos. Es importante resaltar que Latinoamérica es la única región donde los rendimientos anormales negativos oscilaron entre el -1,29% y -8,09%. Esta variación es notablemente superior en comparación a Europa y Norteamérica, donde la variación de los rendimientos anormales es menor. Estos resultados llaman la atención, puesto que la contribución de las emisiones de América Latina es menor que la de Europa y Norteamérica, por ende, se esperaría que los impactos económicos de dichos

acuerdos fueran menos pronunciados sobre la región que menos contribuye al cambio climático.

Posteriormente, en diciembre de 1997, como parte de la CMNUCC, se aprueba el Protocolo de Kioto y en febrero del 2005 entra en vigor. En Europa los sectores de finanzas, productos de primera necesidad y de telecomunicaciones no reaccionaron a ningún evento relacionado con el Protocolo de Kioto, mientras que el sector de energía, materiales básicos, industrial, consumo discrecional y salud presentaron rendimientos anormales negativos el día de la aprobación y el día de su entrada en vigor. En Latinoamérica se observa que los sectores de energía y productos de primera necesidad presentan rendimientos anormales negativos en los dos eventos relacionados con este protocolo. En el mercado norteamericano, todos los sectores reaccionaron de forma positiva el día de la adopción del Protocolo de Kioto excepto el de tecnología cuya afectación es negativa, mientras que en el sector de consumo discrecional no se observa reacción alguna. Cuando el Protocolo entra en vigor, los sectores industrial, de salud, de telecomunicaciones y servicios de utilidad pública reaccionan de forma positiva.

La Tabla 1.5 recoge los rendimientos anormales en relación a la adopción, firma y entrada en vigor del Acuerdo de París. Al igual que en la Tabla 1.4, tan solo se muestran los rendimientos anormales estadísticamente significativos, al menos al 10%. En Europa casi todos los sectores reaccionaron al menos a un evento relacionado con el Acuerdo de París, en su mayoría (20 de 21) presentando rendimientos anormales negativos. El sector de materiales básicos, consumo discrecional, productos de primera necesidad y telecomunicaciones reaccionaron negativamente a los tres anuncios. El único sector en el que se evidencia un aumento en la riqueza de los inversores cuando el Acuerdo de París entra en vigor es el de servicios de utilidad pública. En Latinoamérica, el sector de energía presentó una reacción mixta, ya que cuando se adopta el Acuerdo de París su afectación es negativa, pero al entrar en vigor respondió de forma positiva. Los sectores de productos de primera necesidad y tecnología presentaron rendimientos anormales negativos en los tres eventos, mientras que el sector industrial, consumo discrecional y financiero reaccionaron de forma negativa a la adopción y ceremonia de firma. De las 22 reacciones observadas, la mayoría fueron negativas (18 anuncios). En Norteamérica, los sectores industrial, financiero y de salud mostraron rendimientos anormales positivos en los tres anuncios relacionados con el Acuerdo de París, mientras que los sectores restantes, a excepción de materiales básicos y tecnología, reaccionaron de forma positiva solamente a los dos primeros eventos (anuncios 4 y 5 de la Tabla 1.1).

**Tabla 1.4.** Rendimientos anormales el día  $t_0$  relacionados con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto

		Europa	Latinoamérica	Norteamérica			Europa	Latinoamérica	Norteamérica
Sector	Evento	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)	Sector	Evento	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)
<b>Energía</b>	CMNUCC–Vigor	-0.83 <sup>a</sup>	-5.22 <sup>a</sup>	-0.56 <sup>b</sup>	<b>Productos de primera necesidad</b>	CMNUCC–Vigor	-0.30 <sup>b</sup>	-1.36 <sup>a</sup>	
	Kioto–Aprobación	-0.64 <sup>a</sup>	-2.62 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>		Kioto–Aprobación		-1.09 <sup>a</sup>	2.04 <sup>a</sup>
	Kioto–Vigor	-0.55 <sup>b</sup>	-2.07 <sup>b</sup>			Kioto–Vigor		-0.68 <sup>a</sup>	
<b>Materiales Básicos</b>	CMNUCC–Vigor		-2.44 <sup>a</sup>	-0.82 <sup>a</sup>	<b>Salud</b>	CMNUCC–Vigor	-0.47 <sup>c</sup>		
	Kioto–Aprobación	-0.54 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>		Kioto–Aprobación	-0.79 <sup>a</sup>		1.96 <sup>a</sup>
	Kioto–Vigor	-0.29 <sup>c</sup>				Kioto–Vigor	-0.46 <sup>b</sup>		0.26 <sup>b</sup>
<b>Industrial</b>	CMNUCC–Vigor	-0.70 <sup>b</sup>	-1.70 <sup>a</sup>	-0.66 <sup>b</sup>	<b>Telecomunicaciones</b>	CMNUCC–Vigor	-0.51 <sup>b</sup>	-7.38 <sup>a</sup>	
	Kioto–Aprobación	-0.69 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>		Kioto–Aprobación			0.71 <sup>a</sup>
	Kioto–Vigor	-0.32 <sup>a</sup>		0.29 <sup>c</sup>		Kioto–Vigor		-2.14 <sup>b</sup>	0.39 <sup>a</sup>
<b>Consumo discrecional</b>	CMNUCC–Vigor	-0.49 <sup>b</sup>	-1.29 <sup>a</sup>		<b>Tecnología</b>	CMNUCC–Vigor			
	Kioto–Aprobación	-0.59 <sup>a</sup>				Kioto–Aprobación	-0.97 <sup>a</sup>	0.69 <sup>b</sup>	-0.71 <sup>b</sup>
	Kioto–Vigor	-0.28 <sup>a</sup>				Kioto–Vigor			
<b>Financiero</b>	CMNUCC–Vigor		-3.91 <sup>a</sup>		<b>Servicios de utilidad pública</b>	CMNUCC–Vigor	-1.09 <sup>a</sup>	-8.09 <sup>a</sup>	0.42 <sup>c</sup>
	Kioto–Aprobación		3.14 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>		Kioto–Aprobación	0.47 <sup>a</sup>		0.6 <sup>a</sup>
	Kioto–Vigor					Kioto–Vigor		-2.28 <sup>c</sup>	0.45 <sup>a</sup>

**Nota:** Únicamente se muestran los AR estadísticamente significativos al menos al 10%. <sup>a, b, c</sup> significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente



**Tabla 1.5.** Rendimientos anormales en el día  $t_0$  relacionados con el Acuerdo de París

		Europa	Latinoamérica	Norteamérica			Europa	Latinoamérica	Norteamérica
Sector	Evento	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)	Sector	Evento	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)	Retorno anormal (%)
<b>Energía</b>	París–Adopción	-1.25 <sup>a</sup>	-1.32 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	<b>Productos de primera necesidad</b>	París–Adopción	-0.84 <sup>a</sup>	-0.61 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>
	París–Firma			1.52 <sup>a</sup>		París–Firma	-0.73 <sup>a</sup>	-0.47 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>
	París–Vigor	-0.21 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>			París–Vigor	-0.43 <sup>a</sup>	-0.33 <sup>a</sup>	-0.55 <sup>a</sup>
<b>Materiales Básicos</b>	París–Adopción	-1.20 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	-1.76 <sup>a</sup>	<b>Salud</b>	París–Adopción		-1.49 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>
	París–Firma	-0.68 <sup>c</sup>				París–Firma			0.84 <sup>a</sup>
	París–Vigor	-0.19 <sup>b</sup>		0.57 <sup>a</sup>		París–Vigor			1.15 <sup>a</sup>
<b>Industrial</b>	París–Adopción	-0.91 <sup>a</sup>	-0.47 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	<b>Telecomunicaciones</b>	París–Adopción	-1.67 <sup>a</sup>	-0.35 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>
	París–Firma		-0.31 <sup>b</sup>	0.62 <sup>a</sup>		París–Firma	-1.24 <sup>a</sup>		1.05 <sup>a</sup>
	París–Vigor		0.54 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>		París–Vigor	-0.83 <sup>a</sup>	-0.65 <sup>a</sup>	
<b>Consumo discrecional</b>	París–Adopción	-0.87 <sup>a</sup>	-0.73 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	<b>Tecnología</b>	París–Adopción	-1.37 <sup>a</sup>	-0.29 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>
	París–Firma	-0.67 <sup>a</sup>	-1.07 <sup>a</sup>	0.49 <sup>b</sup>		París–Firma		-0.38 <sup>b</sup>	
	París–Vigor	-0.52 <sup>a</sup>		-0.11 <sup>a</sup>		París–Vigor	-0.16 <sup>c</sup>	-5.56 <sup>a</sup>	
<b>Financiero</b>	París–Adopción	-1.18 <sup>a</sup>	-1.34 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	<b>Servicios de utilidad pública</b>	París–Adopción	-1.38 <sup>a</sup>	-0.76 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>
	París–Firma		-0.85 <sup>b</sup>	0.83 <sup>a</sup>		París–Firma			0.77 <sup>a</sup>
	París–Vigor	-0.36 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>		París–Vigor	0.43 <sup>a</sup>	-0.12 <sup>c</sup>	-0.25 <sup>a</sup>

**Nota:** Únicamente se muestran los AR estadísticamente significativos al menos al 10%. <sup>a, b, c</sup> significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.

En la Tabla 1.6 se presentan los resultados del contraste de igualdad de medias de los rendimientos anormales de los sectores contaminantes y menos contaminantes mediante la prueba de la *t* de *student*. Se han agrupado a los sectores de energía, materiales básicos, industrial y servicios de utilidad pública como los sectores más contaminantes, ya que emiten una cantidad mayor de CO<sub>2</sub> en comparación con el resto de sectores<sup>2</sup>. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre los rendimientos medios de estos dos grupos. En consecuencia, no podemos concluir que las empresas que generan una mayor contaminación ambiental experimentan un impacto más pronunciado en el precio de las acciones por los anuncios relacionados con acuerdos climáticos globales, rechazando la Hipótesis 2. Esta afirmación podría resultar inusual, dado que los sectores más contaminantes deberían restringir en mayor medida sus emisiones. Una explicación podría ser que a pesar de alcanzar un acuerdo de reducción de emisiones por país, no se ha especificado la cuota de emisiones que corresponde a cada sector. Por lo tanto, es posible que la respuesta promedio de los sectores no difiera significativamente, lo que justificaría esta aparente contradicción.

**Tabla 1.6.** Contraste de medias de los rendimientos anormales acumulados de los sectores más y menos contaminantes en Europa.

	<b>Media</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>95% Intervalo de confianza</b>	
<b>Sectores más contaminantes</b>	-0,5211	0,0955	0,4681	-0,7188	-0,3235
<b>Sectores menos contaminantes</b>	-0,5438	0,0732	0,4269	-0,6927	-0,3949
<i>t-student</i> = 0.1914					

**Nota:** Se agrupa a los sectores de energía, materiales básicos, industrial y servicios de utilidad pública como sectores más contaminantes y a los sectores de consumo discrecional, financiero, productos de primera necesidad, salud, telecomunicaciones y tecnología como menos contaminantes.

### 1.5.2. Conferencias de las Partes (COP)

La Conferencia de las Partes desempeña el papel de evaluar la aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y buscar soluciones para combatir el problema del cambio climático. Este compromiso ha permitido trazar el

<sup>2</sup> Para definir los sectores más y menos contaminantes se tomó como referencia el reporte de *Mind the gaps: Clarifying corporate carbon* publicado por FTSE Russell y el reporte *Sector insights: what is driving climate change action in the world's largest companies?* publicado por la Organización Carbon Disclosure Project CDP.

camino hasta llegar a uno de los acuerdos de mayor relevancia en favor del medioambiente y de la sociedad como es el Acuerdo de París. En las Tablas 1.7, 1.8 y 1.9 se presentan los rendimientos anormales acumulados para una ventana entre el primer y último día de las conferencias de las partes más relevantes de la CMNUCC, presentando solo aquellos que son estadísticamente significativos al 10%.

En la Tabla 1.7 se exhiben los rendimientos anormales acumulados en Europa, destacando que el sector de la energía experimentó un CAR negativo de -4.49% como resultado de la COP de Lima. Una posible explicación podría ser que en esta conferencia se inicia la elaboración del acuerdo que posteriormente se firmaría en París, que busca reducir las emisiones para limitar el aumento de la temperatura. La naturaleza altamente contaminante de las empresas que conforman este sector podría implicar que los inversores asocien este acuerdo con regulaciones ambientales más rigurosas. Además, otro factor relevante que podría ocasionar una reducción de los rendimientos es la transición de las economías hacia fuentes de energía más limpias. Esto se debe a que el acuerdo tenía como objetivo establecer incentivos para promover la adopción de energías renovables, lo que podría poner en riesgo las perspectivas de ganancias de las empresas del sector energético, esperando una reducción de la demanda de fuentes de energía de combustibles fósiles por aquellas más limpias. En la misma línea, el sector de telecomunicaciones presentó un CAR de -3,46% durante la COP celebrada en Cancún, a pesar de que este sector solo contribuye entre el 3% y 4% de las emisiones totales (BCG, 2021).

**Tabla 1.7.** Rendimientos anormales acumulados de eventos COP en Europa

<b>Sector</b>	<b>Evento</b>	<b>Rendimiento anormal acumulado (%)</b>
<b>Energía</b>	COP 20 - Lima	-4.49 <sup>c</sup>
<b>Materiales Básicos</b>	COP 15 - Copenhague	3.84 <sup>b</sup>
<b>Consumo discrecional</b>	COP 18 - Doha	1.24% <sup>c</sup>
<b>Financiero</b>	COP 3- Kioto	5.22 <sup>a</sup>
<b>Telecomunicaciones</b>	COP 16- Cancún	-3.46% <sup>b</sup>

**Nota:** Únicamente se muestran los CAR estadísticamente significativos al menos al 10%. <sup>a, b, c</sup> significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.

En Latinoamérica (Tabla 1.8), los resultados obtenidos muestran que la COP de Lima afectó a la riqueza de los inversores en 7 de los 10 sectores analizados, obteniendo rendimientos anormales negativos en los sectores de Energía (-17.08%), Materiales

Básicos (-11.04%), Industrial (-6.55%), Consumo discrecional (-4,58%), Financiero (-6,97%), Salud (-5.11%) y Servicios de utilidad pública (-4.57%). Una posible interpretación de estos resultados es que en esta conferencia se toma la decisión de elaborar un nuevo acuerdo, buscando reducir las emisiones de GEI, en el cual contribuirían no solo los países desarrollados sino también los emergentes y en vías de desarrollo. Por otro lado, durante la COP 3 en la que se acuerda el Protocolo de Kioto, el sector tecnológico experimentó rendimientos anormales positivos (7,51%). Esto podría interpretarse como una respuesta de los inversores a la percepción de que la inversión en tecnología es fundamental para la reducción de las emisiones y hacer frente a las futuras políticas medioambientales.

**Tabla 1.8.** Rendimientos anormales acumulados de eventos COP en Latinoamérica

<b>Sector</b>	<b>Evento</b>	<b>Rendimiento anormal acumulado (%)</b>
<b>Energía</b>	COP 13 - Bali	9.76 <sup>c</sup>
	COP 20 - Lima	-17.08 <sup>b</sup>
<b>Materiales Básicos</b>	COP 20 - Lima	-11.04 <sup>a</sup>
<b>Industrial</b>	COP 20 - Lima	-6.55 <sup>b</sup>
<b>Consumo discrecional</b>	COP 3- Kioto	-3.80 <sup>c</sup>
	COP 16- Cancún	-3.54 <sup>b</sup>
	COP 18 - Doha	3.83% <sup>a</sup>
	COP 20 - Lima	-4.58% <sup>c</sup>
<b>Financiero</b>	COP 16- Cancún	-3.88% <sup>b</sup>
	COP 18 - Doha	2.66% <sup>b</sup>
	COP 20 - Lima	-6.97% <sup>c</sup>
<b>Productos de primera necesidad</b>	COP 3- Kioto	3.66% <sup>c</sup>
<b>Salud</b>	COP 3- Kioto	-16.74% <sup>c</sup>
	COP 20 - Lima	-5.11% <sup>c</sup>
<b>Telecomunicaciones</b>	COP 21 - Paris	-5.22% <sup>b</sup>
<b>Tecnología</b>	COP 3- Kioto	7.51% <sup>c</sup>
<b>Servicios de utilidad pública</b>	COP 20 - Lima	-4.57% <sup>c</sup>

**Nota:** Únicamente se muestran los CAR estadísticamente significativos al menos al 10%. <sup>a, b, c</sup> significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.

En la Tabla 1.9 se presentan los resultados de Norteamérica, y se observa que el sector de telecomunicaciones presentó rendimientos anormales negativos cuando se celebra la conferencia de Lima (-7,15%), mientras que el sector industrial (-1,94%) y el de servicios

de utilidad pública (-2,32%) reaccionan a la COP de Kioto y de Cancún, respectivamente, aunque el número de reacciones positivas superan a las negativas.

**Tabla 1.9.** Rendimientos anormales acumulados de eventos COP en Norteamérica

Sector	Evento	Rendimiento anormal acumulado (%)
<b>Industrial</b>	COP 3- Kioto	-1.94 <sup>c</sup>
	COP 15 – Copenhague	2.93 <sup>c</sup>
<b>Consumo discrecional</b>	COP 15 - Copenhague	2.11 <sup>c</sup>
<b>Financiero</b>	COP 3- Kioto	2.81 <sup>b</sup>
	COP 20 - Lima	2.06 <sup>c</sup>
<b>Salud</b>	COP 20 - Lima	3.44 <sup>b</sup>
<b>Telecomunicaciones</b>	COP 20 – Lima	-7.15 <sup>b</sup>
<b>Servicios de utilidad pública</b>	COP 15 – Copenhague	5.67 <sup>a</sup>
	COP 16- Cancún	-2.32 <sup>c</sup>

**Nota:** Únicamente se muestran los CAR estadísticamente significativos al menos al 10%. <sup>a, b, c</sup> significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.

En general, en Europa más de la mitad de los sectores muestran una respuesta negativa a los eventos relacionados con el Acuerdo de París y el Protocolo de Kioto, observando una pérdida en la riqueza de los accionistas en línea con lo observado por Birindelli & Chiappin (2021), quienes manifiestan que los efectos negativos son más comunes que los positivos cuando se anuncian políticas climáticas en la Unión Europea, aceptando así la Hipótesis 1. Una explicación podría ser que la Unión Europea ha sido líder en este campo, estableciendo metas ambiciosas de reducción de emisiones desde 1990 a través de normativas ambientales y programas vinculados a los riesgos de transición. Además, su firme compromiso con la protección ambiental y su participación activa en acuerdos internacionales puede generar que los accionistas interpreten que, con la firma de estos acuerdos, la Unión Europea esté más inclinada a cumplir con sus compromisos a nivel internacional, lo que conlleva mayores costes relacionados con la adopción de prácticas bajas en carbono que afectarían su desempeño financiero.

En Latinoamérica los resultados muestran que todos los sectores reaccionan al menos a un anuncio de cambio climático, y en su mayoría, esta respuesta es negativa, rechazando de esta forma la Hipótesis 3. A pesar de que el Protocolo de Kioto comprometía solo a los países desarrollados a reducir las emisiones de GEI, encontramos una reacción en los mercados latinoamericanos. Esto puede deberse al temor de los inversores de que se

amplíe el acuerdo y afecte también a las industrias contaminantes latinoamericanas como la petrolera, gasífera y minera de las que depende en gran medida la economía de la región. Una posible explicación podría ser que la adopción del protocolo conduzca a la aplicación de medidas en los mercados europeos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto podría resultar en acciones destinadas a reducir el uso de combustibles fósiles, y dado que Latinoamérica exporta petróleo a Europa, estos anuncios pueden generar que los inversores anticipen una disminución de la demanda de petróleo en el futuro afectando a los ingresos y por ende a los flujos. Posteriormente, con la firma del Acuerdo de París los países en desarrollo también se comprometen a tomar medidas de mitigación y a presentar planes para reducir las emisiones, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y considerando claramente sus responsabilidades, aunque diferenciadas.

A diferencia de Europa, nuestro estudio muestra que en Norteamérica gran parte de los mercados analizados reaccionan de forma positiva a los anuncios relacionados con el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y las Conferencia de las Partes. Una de las razones para explicar esta situación puede ser que en Estados Unidos y Canadá los acuerdos climáticos no han sido completamente aceptados por las administraciones más conservadoras dado que se han enfocado en el proteccionismo de sus industrias dependientes del carbono, por ende, los inversores tienen la seguridad que no se aplicarán normativas que limiten las emisiones y afecten en el largo plazo a su rentabilidad. Asimismo, nuestros resultados apoyan lo manifestado por Remiah et al. (2015), quienes indican que las industrias no se ven afectadas dado que tienen la capacidad de traspasar los costes adicionales a los consumidores. Por lo expuesto aceptamos la Hipótesis 4.

## **1.6. Conclusiones**

Con la finalidad de mitigar los problemas asociados al cambio climático, se han desarrollado diversas iniciativas, entre ellas la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que fue adoptada en 1992 y entró en vigor en 1994. Dos de los mayores logros atribuibles a CMNUCC son el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, que han sido ratificados por la mayoría de las partes de la Convención. Dado que los tratados internacionales traen consigo responsabilidades y compromisos por parte de los países firmantes a través de objetivos de reducción de los GEI, asistencia financiera a países con mayor vulnerabilidad y el desarrollo y transferencia de tecnología para la adaptación y mitigación (United Nations, 2022), cada estado deberá adoptar en sus agendas nacionales las acciones y regulaciones necesarias para cumplir lo acordado.

El coste asociado al cambio climático es alto, ya sea a través de mecanismos de adaptación o de mitigación, pero un aumento de temperatura estimado en 2 °C generaría un gran impacto en los ecosistemas, además de fenómenos naturales más catastróficos que supondría una mayor inversión por parte de los gobiernos y las empresas. La implementación de medidas de mitigación para limitar las emisiones de los GEI en un país puede tener efectos sobre el crecimiento económico y en especial en aquellas economías altamente industrializadas. La mayor parte de los costes asociados con esta transición recaerían sobre las empresas, dado que son ellas las responsables de afrontar los ajustes para lograr una mayor eficiencia energética y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Debido a que el impacto de los tratados dependerá claramente de cómo cada país los adapte en sus políticas nacionales, incentivando la reducción de GEI y penalizando a aquellas que no cumplan con lo estipulado, se espera que los inversores reaccionen según la región donde se encuentran, y dado que las economías analizadas son heterogéneas, en la presente investigación se pretende analizar el impacto en los mercados bursátiles latinoamericanos, norteamericanos y europeos de los eventos programados de Acuerdos Climáticos Mundiales, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, además de las Conferencias de las Partes celebradas en Kioto, Bali, Copenhague, Cancún, Durban, Doha, Lima y París, que son las más relevantes en la consecución de los objetivos en la lucha contra el cambio climático.

En América Latina, todos los sectores reaccionaron al menos a un evento relacionado a los acuerdos de cambio climático, y en su mayoría de forma negativa. Además, 7 de los 10 sectores analizados reaccionaron de manera significativa a la Conferencia de las Partes que tuvo lugar en Lima (COP 20 en el año 2014), en la que todos los países, tanto desarrollados como en desarrollo, acordaron reducir sus emisiones de GEI. Al igual, en Europa, debido a su fuerte compromiso con la lucha contra el cambio climático, más del 60% de las reacciones fueron negativas, en relación a los eventos vinculados con el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, ya que su cumplimiento puede generar aumentos de los costes de transición en las empresas, relacionados con la adopción de prácticas bajas en carbono. Los resultados negativos obtenidos en estas dos regiones provienen del descuento que hace el mercado de los flujos de efectivo futuros esperados para las empresas que se enfrentan a una mayor amenaza debido a la implementación de regulaciones medioambientales para reducir las emisiones de GEI. Por otro lado, al analizar los sectores más y menos contaminantes, no se observan diferencias significativas entre los rendimientos anormales medios de ambos grupos. A pesar de que no son los resultados esperados, esta reacción puede deberse a que en estos acuerdos no se

especificó la cuota de contribución para cada sector. Además, las regulaciones afectarán a todas las empresas, ya que los estándares ambientales impuestos generarán cambios en los procesos de todas las industrias. Finalmente, en Norteamérica la mayor parte de los sectores presentaron rendimientos anormales positivos tras los anuncios de acuerdos climáticos. Esto podría explicarse por el hecho de que estos acuerdos no han sido bien recibidos por las administraciones en Norteamérica, que se han enfocado en mayor medida al proteccionismo de las industrias dependientes del carbono.

Este trabajo es una primera aproximación al estudio de cómo los mercados bursátiles internacionales valoran los esfuerzos de la comunidad internacional para frenar y, en su caso, revertir el cambio climático. Somos conscientes de que el trabajo presenta ciertas limitaciones. Una evidente es que no cuenta con algunas importantes regiones del planeta, como Asia. Otra es que no se obtuvo acceso a los precios de los índices sectoriales latinoamericanos, por lo que se procedió a formar carteras con criterios que pueden diferir de los índices proporcionados por Thomson Reuters. Por otra parte, los resultados obtenidos nos llevan a plantearnos para futuros estudios analizar el efecto en los mercados internacionales de eventos no programados relacionados directamente con el cambio climático, bien como causas o bien como consecuencias, tales como los anuncios de cifras récord de emisiones de gases de efecto invernadero, de desprendimientos de plataformas de hielo y aumentos de la temperatura.

## Referencias

- Anna, J., & Evans, T. (2017). *Emissions Trading System*. In *Leibniz Information Centre for Economics*
- Bäckstrand, K., & Elgström, O. (2013). The EU's role in climate change negotiations: From leader to "leadiator." *Journal of European Public Policy*, 20(10), 1369–1386. <https://doi.org/10.1080/13501763.2013.781781>
- Bansal, R., Kiku, D., & Ochoa, M. (2016). Price of Long-Run Temperature Shifts in Capital Markets. *National Bureau of Economic Research*, August, 55. <http://www.nber.org/papers/w22529.pdf>
- BCG. (2021). *Putting Sustainability at the Top of the Telco Agenda*. Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/press/24june2021-telecommunications-sector-can-be-a-booster-for-sustainability>
- Besel, R. (2012). Prolepsis and the environmental rhetoric of congressional politics: Defeating the climate stewardship act of 2003. *Environmental Communication*, 6(2), 233–249. <https://doi.org/10.1080/17524032.2012.666985>
- Birindelli, G., & Chiappini, H. (2021). Climate change policies: Good news or bad news for firms in the European Union? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(2), 831–848. <https://doi.org/10.1002/csr.2093>



- Broder, J. M. (2009). Senators Issue Warning on Climate Bill. *New York Times*.
- C2ES. (2021). *Congress Climate History*. Center for Climate and Energy Solutions. <https://www.c2es.org/content/congress-climate-history/>
- Cáceres Garay, E. E., & Arrúa, M. A. (2020). *Boletín Política Comercial y Ambiental Políticas Públicas y Cambio Climático en América Latina Recuento de la Arquitectura Institucional y Legal*.
- Cárdenas, M., & Orozco, S. (2022). *Los desafíos de la mitigación del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunas propuestas de acción*<sup>1</sup>. [www.undp.org/latin-america/PNUDLACPDSN](http://www.undp.org/latin-america/PNUDLACPDSN)°.40
- Chaloux, A. (2015). Canada 's Multiple Voices Diplomacy in Climate Change Negotiations : A Focus on Quebec. *International Negotiation*, 20, 291–318.
- Christoff, P. (2008). The Bali roadmap: Climate change, COP 13 and beyond. *Environmental Politics*, 17(3), 466–472. <https://doi.org/10.1080/09644010802065807>
- Comisión Europea. (2014). *Climate Action*. Comisión Europea. [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-climate-change-programme\\_es](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-climate-change-programme_es)
- Egenhofer, C., & Georgiev, A. (2012). The Copenhagen Accord A first stab at deciphering the implications for the EU. In *Centre for European Policy Studies CEPS* (Issue December 2009).
- European Commission. (2008). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions - 20 20 by 2020 - Europe's climate change opportunity. In *COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES* (Issue 2008).
- European Commission. (2021). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. European Commission Climate Action. [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en)
- European Council. (2014). 2030 Climate and Energy Policy Framework. Euco 169/14. In *European Council* (Issue October).
- Förster, Hannah., Nissen, Christian., Siemons, Anne., Renders, Nele., Dael, Suzanne., Sporer, Melanie., Tomescu, Mihai., & European Environment Agency. (2021). *Trends and projections in Europe 2021*. (Issue 13).
- Franchini, M., Mauad, A., & Viola, E. (2020). De Lula a Bolsonaro: Una década de degradación de la gobernanza climática en Brasil. *Análisis Político*, 33(99), 81–100.
- Gobierno del Perú. (2015). *Informe Final Comisión Multisectorial. Resolución Suprema N ° 129-2015-PCM*.
- Government of Canada. (2016). *The Paris Agreement*. Government of Canada. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/paris-agreement.html>
- Grubb, M. (2004). Kyoto and the Future of International Climate Change Responses: From Here to Where. *International Review for Environmental Strategies*, 5(1), 15–38.

- Harrison, K. (2007). The road not taken: Climate change policy in Canada and the United States. *Global Environmental Politics*, 7(4), 92–117. <https://doi.org/10.1162/glep.2007.7.4.92>
- Henstra, D. (2017). Climate Adaptation in Canada: Governing a Complex Policy Regime. *Review of Policy Research*, 34(3), 378–399. <https://doi.org/10.1111/ropr.12236>
- Kameyama, Y. (2021). Climate Change Policy: Can New Actors Affect Japan's Policy-Making in the Paris Agreement Era? *Social Science Japan Journal*, 24(1), 67–84. <https://doi.org/10.1093/ssjj/jyaa051>
- Karydas, C. , & Xepapadeas, A. (2019). Climate change financial risks: pricing and portfolio allocation. In *In Center of Economic Research at ETH Zurich*. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000380385>
- Kilian, B., & Elgström, O. (2010). Still a green leader? The European union's role in international climate negotiations. *Cooperation and Conflict*, 45(3), 255–273. <https://doi.org/10.1177/0010836710377392>
- Kuyper, J., Schroeder, H., & Linnér, B. O. (2018). The evolution of the UNFCCC. *Annual Review of Environment and Resources*, 43, 343–368. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030119>
- Kypreos, S., & Lehtilä, A. (2016). From Copenhagen to Durban and the challenge for sustainable levels of GHG concentrations. *International Journal of Global Energy Issues*, 39(5), 323–339. <https://doi.org/10.1504/IJGEI.2016.078702>
- Lau, L. C., Lee, K. T., & Mohamed, A. R. (2012). Global warming mitigation and renewable energy policy development from the Kyoto Protocol to the Copenhagen Accord - A comment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 5280–5284. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.006>
- Madariaga, A. (2019). From 'Green Laggard' to Regional Leader: Explaining the Recent Development of Environmental Policy in Chile. *Bulletin of Latin American Research*, 38(4), 453–470. <https://doi.org/10.1111/blar.12841>
- Ministerio de Energía. (2017). Energía 2050: Política Energética de Chile. In *Ministerio de Energía Gobierno de Chile*.
- Ministerio del Ambiente-MINAM. (2015). Estrategia Nacional ante el Cambio Climático. *Minam*, 88.Ley 21455: Ley Marco de Cambio Climático, (2022).
- Naciones Unidas. (2007). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 13º período de sesiones en Bali. In *Fccc/Cp* (Vol. 6, Issue Add. 1).
- Naciones Unidas. (2010a). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15º período de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009. *Convención Marco Sobre El Cambio Climático*, 60566, 48.
- Naciones Unidas. (2010b). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún. In *Convención Marco sobre el Cambio Climático* (Vol. 60553, Issue 1).
- Naciones Unidas. (2011). *Establecimiento de un Grupo de Trabajo Especial sobre la Plataforma de Durban para una acción reforzada*. <https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/l10s.pdf>

- Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. In *Cooperativismo & Desarrollo*.
- Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. 62301.
- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. 61702.
- Oberthür, S., & Dupont, C. (2021). The European Union's international climate leadership: towards a grand climate strategy? *Journal of European Public Policy*, 28(7), 1095–1114. <https://doi.org/10.1080/13501763.2021.1918218>
- Oberthür, S., & Kelly, C. R. (2008). EU leadership in international climate policy: Achievements and challenges? *International Spectator*, 43(3), 35–50. <https://doi.org/10.1080/03932720802280594>
- Oztig, L. I. (2017). Europe's climate change policies: The Paris Agreement and beyond. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 12(10), 917–924. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1324534>
- Pham, H., Nguyen, V., Ramiah, V., Saleem, K., & Moosa, N. (2019). The effects of the Paris climate agreement on stock markets: evidence from the German stock market. *Applied Economics*, 51(57), 6068–6075. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1645284>
- Puentes, J. C. (2008). *LA COP 13 EN BALI NO LE HACE JUSTICIA AL IPCC*. Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico. [https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_AM%2FAM\\_2008\\_73\\_82\\_82.pdf](https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM%2FAM_2008_73_82_82.pdf)
- Ramiah, V., Pichelli, J., & Moosa, I. (2015). Environmental regulation, the Obama effect and the stock market: some empirical results. *Applied Economics*, 47(7), 725–738. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.980572>
- Richards, M. J. (2016). Regulating Automakers for Climate Change: US Reforms in Global Context. *Environmental Policy and Governance*, 26(6), 498–509. <https://doi.org/10.1002/eet.1726>
- Schnoor, J. L. (2012). Obama must lead on climate change. *Environmental Science and Technology*, 46(11), 5635. <https://doi.org/10.1021/es301670s>
- Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J. F., Volz, U., & Edwards, N. R. (2021). Low-carbon transition risks for finance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.1002/wcc.678>
- Simsek, Y., Lorca, Á., Urmee, T., Bahri, P. A., & Escobar, R. (2019). Review and assessment of energy policy developments in Chile. *Energy Policy*, 127(December 2018), 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.058>
- Sosa-Núñez, G. S. (2015). Climate Change Policy and Energy Reform: An Assessment of Mexico's Foreign Policy. *Latin American Policy*, 6(2), 240–254. <https://doi.org/10.1111/lamp.12077>
- Sterk, W., Watanabe, R., Arens, C., Mersmann, F., & Ott, H. (2010). The Bali Roadmap for Global Climate Policy—New Horizons and Old Pitfalls. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 5(2), 139–158. <https://doi.org/10.1163/161372708x324169>

- Stoett, P. J. (2009). Looking for leadership: Canada and climate change policy. *Changing Climate in North American Politics: Institutions, Policymaking and Multilevel Governance*.
- United Nations. (2022). *El Acuerdo de París*. United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>
- United Nations Climate Change. (2014). *Lima Call for Climate Action Puts World on Track to Paris 2015*. United Nations Climate Change.
- Vázquez-Rowe, I., Kahhat, R., Larrea-Gallegos, G., & Ziegler-Rodriguez, K. (2019). Peru's road to climate action: Are we on the right path? The role of life cycle methods to improve Peruvian national contributions. *Science of the Total Environment*, 659, 249–266. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.322>
- Venturini, A. (2022). Climate change, risk factors and stock returns: A review of the literature. *International Review of Financial Analysis*, 79(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101934>
- Zhang, H. (2020). Climate Change Policies of the Trump Administration and China's Response. In W. Wang & Y. Liu (Eds.), *Annual Report on China's Response to Climate Change (2017): Implementing The Paris Agreement* (pp. 27–38). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-9660-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-13-9660-1_4)

## **Capítulo 2. Impacto en los mercados bursátiles mundiales de eventos extremos relacionados con el cambio climático**



## 2.1. Introducción

El aumento de las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera ha supuesto que en las últimas décadas hayamos contemplado síntomas evidentes del cambio climático. Algunas de estas señales son el aumento de la temperatura, acercándose al límite establecido en el Acuerdo de París de un aumento de 1,5 °C de temperatura media mundial, cambios en los ecosistemas, aumento del nivel del mar, colapsos de plataformas de hielo, sequías, inundaciones, incendios forestales, pérdida de la diversidad biológica, además de afectaciones en la salud de la población, mayor índice de mortalidad, problemas en el desempeño laboral, problemas en la seguridad alimentaria y el desplazamiento de las comunidades (Andrews et al., 2018; Basu & Samet, 2002; Hayhoe et al., 2004; Kovats & Hajat, 2008; Matthews et al., 2017; Resnik, 2016).

Además de los impactos medioambientales y sociales, el cambio climático ha supuesto una disminución del crecimiento económico, afectando a la economía, en general, y a las empresas, en particular. Dentro del ámbito empresarial existen dos riesgos derivados del cambio climático que afectan al desempeño de la empresa, siendo estos el físico y el de transición (Giglio et al., 2021). El primero está asociado a la pérdida de los activos según la localización de las empresas, es decir, aquellas cercanas a las costas podrían verse más afectadas por el aumento del nivel del mar y las ubicadas en sectores de constantes lluvias por inundaciones. Todas estas afectaciones estarían relacionadas con las consecuencias derivadas de los aumentos de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera como son el aumento de la temperatura terrestre y oceánica.

Por otro lado, el riesgo de transición está asociado con las regulaciones ambientales impuestas por los gobiernos y las exigencias de los grupos de interés respecto a actuaciones empresariales ambientalmente más responsables. El riesgo de transición se asocia, por tanto, a cambios conducentes a economías bajas en carbono que supongan la asunción de costes (costes de transición) que afectarían a su desempeño financiero debido a las posibles sanciones por parte de los gobiernos y a los requerimientos de implementación de procesos innovadores (Giglio et al., 2021).

En consecuencia, sería posible hablar de la existencia de unos costes físicos asociados a los riesgos físicos y de unos costes de transición asociados, a su vez, al riesgo de transición. La existencia de estos costes afectará directamente al desempeño operativo de las empresas a medida que el cambio climático se agudice, por lo que el precio de las acciones deberá reflejar el impacto de los riesgos sobre los flujos de caja. Por consiguiente,

cualquier pérdida y/o coste asociado al cambio climático podría incidir en el valor de sus acciones. En este contexto, Wu et al. (2022) manifiestan que los riesgos climáticos que enfrenta una empresa generan un cambio en las expectativas de los inversores, dado que a mayor riesgo mayores serán los costes asociados a los impactos físicos, a políticas climáticas más rigurosas y a un mayor número de sanciones. Sus resultados muestran que los mercados de capitales reflejan de forma inmediata la información relacionada con los riesgos de la empresa en relación al cambio climático.

Los mercados financieros desempeñarán un papel crucial en el desafío que enfrenta la humanidad con el cambio climático, proporcionando flujos monetarios de gobiernos e inversores y valorando los riesgos relacionados con el clima. Varios estudios relacionan las emisiones de CO<sub>2</sub> (principal causa del cambio climático) y la crisis climática con el comportamiento de los mercados financieros. Donadelli et al. (2017) muestran que las variaciones de temperatura ejercen un impacto negativo tanto en la economía como en los mercados financieros. Asimismo, los eventos relacionados con la divulgación de emisiones de CO<sub>2</sub> de las empresas tienen un efecto negativo en los rendimientos de los mercados bursátiles (Alsaifi et al., 2020), ya que los inversores perciben estas noticias como futuras actividades e inversiones en pro del medioambiente que resultarán más costosas y menos rentables que las actividades basadas en el carbono.

Dado el debate en curso sobre la capacidad de los mercados financieros para valorar los riesgos asociados con el cambio climático, proporcionamos nueva evidencia en este campo que cuantifica la importancia que los inversores otorgan a la llegada de información sobre el cambio climático. En este contexto, el objetivo de esta investigación es analizar la reacción de los mercados bursátiles ante noticias relacionadas tanto con la principal causa del cambio climático, es decir, los récords de concentraciones de GEI (en concreto, concentraciones de CO<sub>2</sub>), como con noticias relativas a temperaturas récord y el colapso de plataformas de hielo, síntomas relevantes del cambio climático. Aunque los tres sucesos comentados pueden incidir en la creación e implementación de leyes ambientales rigurosas en busca de un desarrollo sostenible (costes de transición), esta nueva legislación ambiental estará encaminada fundamentalmente en el control de la causa principal del cambio climático, es decir, la emisión de GEI, mientras que los dos últimos sucesos (récords de temperaturas y rotura de las plataformas de hielo) estarán asociados con las afectaciones físicas que impactarían en el funcionamiento y en la rentabilidad de las empresas (costes físicos).

Para realizar nuestro estudio, analizamos la reacción de veintitrés mercados bursátiles mundiales (trece países europeos, dos países asiáticos, dos países norteamericanos y



seis países latinoamericanos) ante los anuncios de los tres eventos bajo estudio, a saber, (i) anuncios de emisiones récord de concentraciones de CO<sub>2</sub> divulgadas por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos y por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés); (ii) registros de récords de temperatura divulgados por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos; y (iii) eventos de colapso de plataformas de hielo informados por el Centro de Datos Nacional sobre Hielo y Nieve (NSIDC, por sus siglas en inglés) de EE. UU. y la NASA. Aunque nuestro período de estudio es 1995-2022, estudiamos por separado el subperíodo 2016-2022, dado que el Acuerdo de París fue un punto de inflexión ya que el segundo artículo del Acuerdo expresa su objetivo de “situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero”(Naciones Unidas, 2015a).

Nuestros resultados sugieren que los mercados financieros no valoran el impacto en el valor de las empresas de los costes físicos potenciales asociados con el aumento de la temperatura y el colapso de las plataformas de hielo, independientemente del riesgo de exposición de los países de la muestra, es decir, los países del hemisferio sur frente a los del hemisferio norte. Sin embargo, encontramos que más del 50% de los mercados analizados valoran el aumento potencial de los riesgos de transición asociados con anuncios de récord de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Además, nuestra evidencia no respalda que aquellos países más comprometidos con las políticas de mitigación (es decir, los mercados europeos) muestren una peor reacción a los anuncios de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Finalmente, encontramos que después del Acuerdo de París, disminuye el número de mercados que muestran una reacción significativa a la divulgación de nueva información climática. De todos modos, y de acuerdo con los resultados de Bourdeau-Brien y Kryzanowski (2017), encontramos que el número de reacciones significativas aumenta con ventanas de eventos más largas.

A pesar del creciente interés en analizar el impacto que tienen los temas medioambientales en los mercados financieros, los estudios previos se han enfocado en noticias relacionadas a accidentes medioambientales, participación voluntaria en iniciativas ambientales, anuncios de divulgación de emisiones de CO<sub>2</sub> (Capelle-Blancard & Laguna, 2010; Fisher-Vanden & Thorburn, 2011; Lee et al., 2015), pero a conocimiento de los autores tan solo Anttila-Hughes (2016) analiza el impacto en el mercado bursátil estadounidense de los récords de temperatura y colapso de plataformas de hielo únicamente en el sector energético. Este estudio llena el vacío en la literatura al incorporar las noticias de récords

de concentraciones de CO<sub>2</sub>, de récords en el aumento de temperatura y los colapsos de las plataformas de hielo y su impacto en la riqueza de los inversores de países americanos, europeos y asiáticos.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La Sección 2.2 presenta un breve resumen del momento actual respecto al cambio climático. La Sección 2.3 proporciona un análisis de los antecedentes y el desarrollo de las hipótesis. La Sección 2.4 describe los datos y la metodología utilizada. La Sección 2.5 analiza los principales resultados empíricos. La Sección 2.6 presenta la discusión y la Sección 2.7 expone las conclusiones.

## **2.2. Cambio climático: Metas y logros**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en 1992 con el objetivo de estabilizar las concentraciones de GEI, comprometiéndolo a los países desarrollados a realizar el mayor número de acciones como principales emisores de GEI a nivel mundial. Además, instó a las partes de la Convención (197 países en el año 2022) a tomar medidas para prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos (Naciones Unidas, 1992). Como parte de la CMNUCC, se ha desarrollado todos los años la Conferencia de las Partes, la cual es responsable de supervisar y examinar la aplicación de la Convención.

Dos de los mayores logros alcanzados por la Convención son el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París que fueron adoptados en la COP 3 en 1997 y en la COP 21 en 2015, respectivamente. El Protocolo de Kioto nace como un esfuerzo para la lucha contra el cambio climático en el cual compromete a los países desarrollados a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 5% en el periodo 2008-2012 en comparación a los niveles de 1990 (Naciones Unidas, 1998), adoptando políticas nacionales que permitan su consecución, proponiendo además tres mecanismos para alcanzar los objetivos de reducción, a saber: el Comercio de Emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Mecanismo de Aplicación Conjunta. Desde sus inicios, el protocolo ha sido ampliamente criticado y cuestionado debido a que establece compromisos de reducción de emisiones solo a un grupo de países, sin considerar países emergentes altamente contaminantes como China e India. Sin embargo, Maamoun (2019) muestra que el Protocolo de Kioto ha sido en parte exitoso, puesto que se ha observado una reducción aproximada del 7% de las emisiones de GEI en los países industrializados en comparación a un escenario sin Protocolo, pero los esfuerzos no han sido lo suficientemente ambiciosos para detener el cambio climático, ya que en los últimos años la cantidad de emisiones totales ha

aumentado, incrementándose en aproximadamente un 50% en comparación a 1990, resaltando que la mayor contribución de este incremento es producto de las emisiones de países emergentes como China e India.

Posteriormente, en 2015 se aprueba el Acuerdo de París, en el cual los países firmantes se comprometen a limitar sus emisiones de gases de efecto de invernadero y “mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar el aumento a 1,5 °C” (Naciones Unidas, 2015<sup>a</sup>, p. 2). Si bien este acuerdo ha logrado una participación mundial, por lo que podría calificarse de exitoso en ese sentido, también ha sido fuertemente criticado dado que permite a cada país establecer sus objetivos a través de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), sin existir mecanismos de sanción para el incumplimiento de lo acordado por cada país (Tørstad, 2020).

Hasta el momento, los compromisos adquiridos no tienen la magnitud necesaria para limitar la temperatura a 1,5 °C, poniendo en riesgo al planeta con un aumento de aproximadamente 2,8 °C para 2100, necesitando una reducción del 45% de las emisiones en el 2030 para alcanzar el límite acordado en París (United Nations Environment Programme, 2020). Debido a los impactos sociales que puede traer consigo un aumento de la temperatura de 1,5 °C, se prevé que los países emergentes y en desarrollo sean los más afectados debido a su limitada capacidad de adaptación a las consecuencias que trae consigo el cambio climático, por lo que los países desarrollados se han comprometido en proporcionar 100.000 millones de dólares a los países en desarrollo para cubrir las necesidades de mitigación y adaptación (Naciones Unidas, 2021) en cumplimiento con lo establecido en el artículo 9 del Acuerdo de París. El Índice de Adaptación Global de Notre Dame muestra que los países con ingresos bajos y medios son los más vulnerables, a pesar de ser los que menos han contribuido a esta problemática, por lo que si no se ejecutan las acciones necesarias el daño que sufrirían los países en desarrollo sería catastrófico y de mayor escala que en los países más ricos.

### **2.3. Antecedentes y desarrollo de hipótesis**

La realidad del cambio climático ha supuesto para las empresas tanto un riesgo de transición asociado a la implementación de leyes y normativas ambientales estrictas que buscan controlar dicho cambio centrándose en el control de las emisiones de GEI (causa del cambio climático), así como un riesgo físico, asociado a las consecuencias de dicho cambio. Estos riesgos suponen costes y pérdidas para las empresas que afectarán directamente a su desempeño operativo y, por ende, al valor de las mismas.

A continuación, se presenta y se discute la evidencia previa respecto de la relación entre la principal causa del cambio climático (las emisiones de gases de efecto invernadero) y dos de las principales manifestaciones del cambio climático (los aumentos de temperatura y los colapsos de plataformas de hielo) y el desempeño financiero de las empresas.

### **2.3.1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero**

Las concentraciones de los GEI causantes del calentamiento global son uno de los problemas más graves a los que se enfrenta el mundo en la actualidad, ya que son las más altas registradas en la historia. Los gases de efecto invernadero detallados en el Protocolo de Kioto son: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), gas metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), siendo el  $\text{CO}_2$  uno de los más relevantes en el cambio climático debido a su persistencia en la atmósfera y su aporte al calentamiento global.

Pese a los esfuerzos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estas han ido aumentando desde 1990 (véase la figura 2.1). Según datos del Banco Mundial, las emisiones registradas han pasado de 30.629.971  $\text{ktCO}_2\text{-eq}^3$  en 1990 a 46.120.921  $\text{ktCO}_2\text{-eq}$  en 2020, evidenciando un aumento de las emisiones de GEI de un 50% aproximadamente en este periodo. Las principales causas de este incremento han sido el crecimiento económico y demográfico, y el consiguiente aumento en el consumo de energía, y el proceso de urbanización (Çetin & Ecevit, 2015; Osobajo et al., 2020; Sharma, 2011; Wang & Lin, 2017; Yao et al., 2015). Además, a pesar de la desaceleración de la economía a causa del COVID-19 y la consiguiente disminución de las emisiones de GEI, los datos publicados por la Organización Meteorológica Mundial (2021b) mencionan que las concentraciones de los GEI alcanzaron un nuevo récord en 2020, observando así que la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), de gas metano ( $\text{CH}_4$ ) y de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) equivalieron, respectivamente, al 149%, 262% y 123% en comparación a los niveles preindustriales.

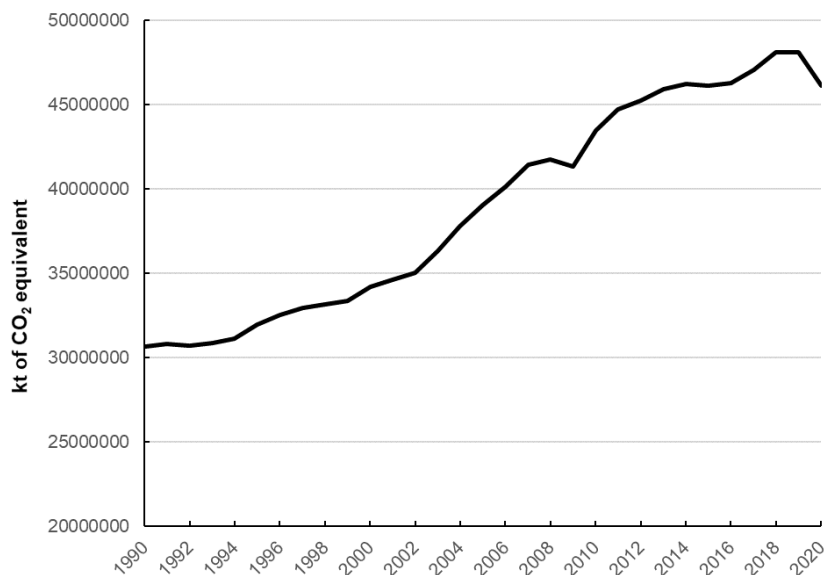
Hasta el momento, las medidas adoptadas por los países firmantes no han sido lo suficientemente ambiciosas para lograr lo pactado en el Acuerdo de París, dado que las emisiones han ido aumentando desde su aprobación. La Agencia Internacional de Energía (AIE) indica que se puede limitar el aumento a 1,8 °C si las partes alcanzan las cero

---

<sup>3</sup>  $\text{ktCO}_2\text{-eq}$  es una unidad de medida en kilo toneladas de la huella de carbono, que se calcula sobre la totalidad de los gases de efecto invernadero.

emisiones netas, como han anunciado varios países miembros, aunque no existe la certeza de que se cumplan las promesas acordadas.

**Figura 2.1.** Emisiones Mundiales de Gases de efecto invernadero en el periodo 1990-2020

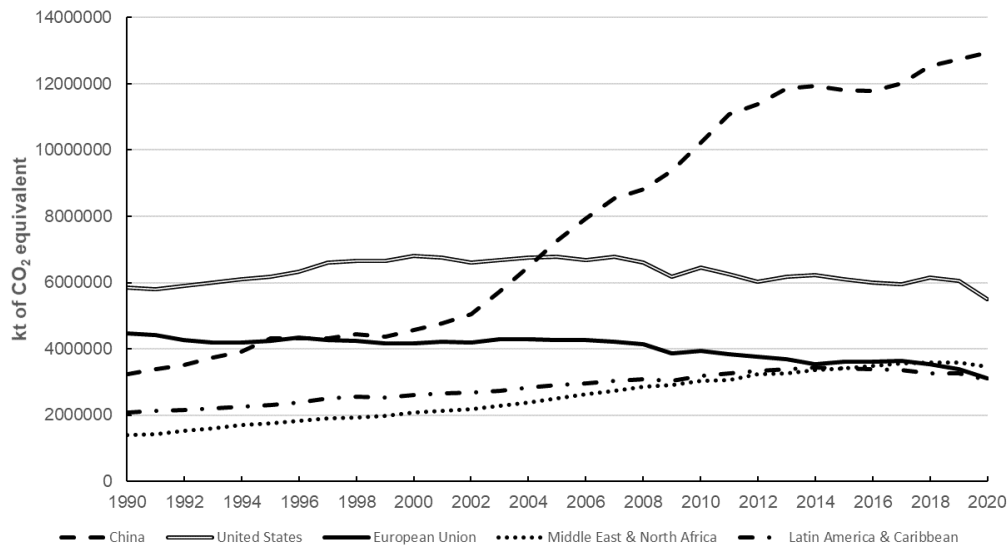


**Fuente:** Banco Mundial (2022)

Pese a que los países desarrollados contribuyeron en el aumento de los niveles CO<sub>2</sub> en un 61% en el periodo 1850–2005 (Wei et al., 2012), se ha evidenciado en varias naciones un esfuerzo por cambiar esta tendencia (figura 2.2). Desde los inicios del siglo XXI, la Unión Europea ha ejercido un fuerte liderazgo en la reducción de los GEI, inicialmente acordando objetivos de reducción del 20% para el 2020. Posteriormente, en 2014 el Marco sobre Clima y Energía 2030 propuso el objetivo de reducir el 40% las emisiones para el año 2030 en comparación con 1990 (European Council, 2014). Este objetivo aumentó en el 2020, momento en el que los países acordaron reducir en un 55% las emisiones y lograr en el 2050 una economía de cero emisiones netas.

El informe emitido por la Agencia Europea de Medio Ambiente estima que en 2020 las emisiones netas de GEI disminuyeron en la Unión Europea en un 34 % respecto a los niveles de 1990 (Förster et al., 2021), superando los objetivos planteados para ese año. Las principales razones para la reducción de las emisiones han sido la mejora en la eficiencia energética, cambios en la estructura económica, avances tecnológicos y cambios en la combinación de combustibles (Rafaj et al., 2014).

**Figura 2.2.** Emisiones por zona geográfica en el periodo 1990-2020



**Fuente:** Banco Mundial (2022)

Respecto a Norteamérica, en Estados Unidos, a pesar de que no existe una política nacional respecto a los GEI, se ha observado una reducción de los niveles de CO<sub>2</sub> desde el 2008, en primer lugar, dado que se han desarrollado acciones a nivel estatal y local para mejorar la seguridad energética a través de la reducción del uso del carbón por gas natural; en segundo lugar, por la crisis del 2008, que afectó al crecimiento de la economía y, por último, a causa de la pandemia del COVID-19 (Climate Central, 2012; Nelson et al., 2016; United States Environmental Protection Agency, 2022). Al contrario que Europa y Estados Unidos, en Latinoamérica la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> no ha sido eficiente, ya que su participación ha ido aumentando. En los últimos 30 años se ha evidenciado un incremento del 65% de las emisiones, siendo una de las causas de este aumento el crecimiento poblacional de países como México, Brasil y Argentina (Yao et al., 2015). Este dato es de gran relevancia dado que según estimaciones de la ONU la población mundial aumentará aproximadamente en 2.000 millones para el 2050 en comparación al 2021, lo que acrecentaría la problemática actual.

El caso de India y China es similar al de Latinoamérica dado que el crecimiento económico, gracias a la industrialización, ha generado un aumento de los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, provocando una degradación del medioambiente. En India, debido a sus altas tasas de crecimiento demográfico y económico, se ha observado un aumento del 178% en las emisiones de GEI en 2019 si se compara con los niveles de 1990, mientras que en China el aumento ha sido del 292%, aproximadamente, siendo dos de los mayores

emisores en el mundo. China, a pesar de su dependencia de la energía proveniente de carbón, ha manifestado su objetivo de lograr la neutralidad de carbono antes de 2060 (Climate Action Tracker, 2021).

Debido al alto grado de severidad del cambio climático, actualmente las empresas se enfrentan a lo que se conoce como el riesgo de transición. Semieniuk et al. (2021) definen los riesgos de transición como una combinación de tres factores: el riesgo de políticas, el riesgo tecnológico y el riesgo de preferencias. El riesgo de política se refiere a las regulaciones ambientales impuestas por los gobiernos para promover una economía baja en carbono. El riesgo tecnológico se relaciona con la adopción de tecnologías que fomenten el uso de fuentes de energía bajas en carbono. Por último, el riesgo de preferencia puede atribuirse a cambios imprevistos en las preferencias de los consumidores conscientes del medioambiente.

Teniendo en cuenta que los aumentos en las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden indicar un cambio en las políticas de mitigación climática, la presión futura para reducir las emisiones puede afectar la rentabilidad de las empresas si no cumplen con las expectativas de las partes interesadas (Rokhmawati et al., 2015). Esto se debe a que cualquier acción adoptada para limitar o reducir la contaminación resultará en mayores costes, observando cada vez más beneficios marginales decrecientes y costes marginales crecientes (Wagner et al., 2001). Jacobs et al. (2010) reafirman estas aseveraciones, indicando que el mercado valora negativamente los esfuerzos de las empresas en reducir las emisiones de GEI, ya que se asocian directamente a un aumento de los costes, mientras que existe una incertidumbre de los ingresos que generaría por mejoras en su reputación.

Dado el riesgo asociado de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el desempeño de las empresas, varios estudios han analizado el efecto que tienen en los mercados de capitales los anuncios sobre las emisiones empresariales, encontrando que existe un efecto negativo en los rendimientos de los mercados financieros cuando se divulga información (Alsaifi et al., 2020; Lee et al., 2015). Esto se debe a que los aumentos de CO<sub>2</sub> representan mayores costes relacionados al monitoreo de las actividades, medidas de mitigación y una mayor intervención regulatoria de los gobiernos (Prakash et al., 2012).

Asimismo, los inversores perciben estas actividades como inversiones ambientales más costosas que no generarán beneficios financieros, además de la pérdida de competitividad (Alsaifi et al., 2020), desplazando inversiones más rentables a base de carbono por inversiones más costosas, pero más limpias, generando una pérdida de la rentabilidad del inversor. Fisher-Vanden & Thorburn (2011) analizan el impacto en los precios de las

acciones cuando se anuncian los ingresos de las empresas a iniciativas corporativas medioambientales, que implican compromisos voluntarios de reducción de GEI, observando una caída en el precio y, por tanto, notando claramente que los inversores no valoran las reducciones voluntarias debido a las repercusiones que traería a las empresas.

Estos resultados muestran claramente que los mercados de capitales se ven afectados por los anuncios relacionados a emisiones de GEI debido a los aumentos de los costes y una preocupación por una mayor regulación climática reflejando de esta manera el riesgo de transición asociado. Aunque los estudios anteriormente analizados se enfocan en anuncios de emisiones por empresa, extrapolamos estos resultados y emitimos nuestras hipótesis en un contexto global para los mercados de capitales.

Infiriendo que los mercados de valores recogerán los efectos derivados del riesgo de transición en las empresas que se derivan de los eventos de récords de concentraciones de GEI particularmente del CO<sub>2</sub>, contrastamos las siguientes hipótesis:

*H1. Los mercados financieros reaccionan negativamente a los anuncios de aumentos de concentraciones de CO<sub>2</sub>.*

Hasta ahora, la Unión Europea ha sido mucho más drástica a la hora de controlar y regular los aumentos de gases de efecto invernadero que los países americanos y asiáticos, cuyo enfoque actual es el de crecimiento económico por lo que el riesgo de transición se supone mayor para las empresas europeas. Por ello, creemos que los mercados de capitales de la Unión Europea reaccionarían de forma más intensa a los anuncios de aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> dado que la probabilidad de que se impongan medidas adicionales para reducir y mitigar su impacto aumentaría, afectando en mayor medida al desempeño financiero de las empresas y, por ende, a la riqueza global del mercado de capitales. En consecuencia, se plantea la siguiente hipótesis:

*H2. Los mercados europeos reaccionan en mayor medida que los mercados americanos y asiáticos a las noticias de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>.*

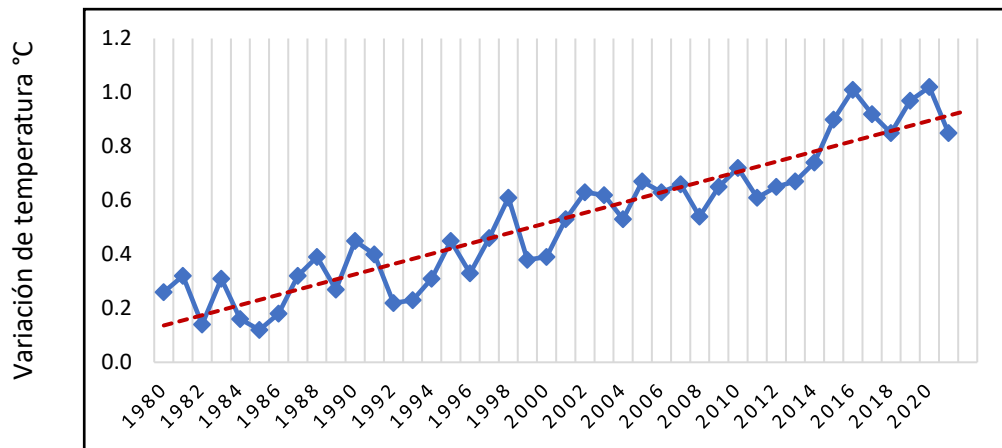
### **2.3.2. Aumentos de la temperatura**

Una consecuencia clara del cambio climático originado por la emisión de gases de efecto invernadero son los incrementos de temperatura (véase la figura 2.3). Los datos de la Organización Meteorológica Mundial (2021a) indican que desde el año 2015 se han registrado los años más cálidos a nivel mundial, destacándose entre ellos los años 2016, 2019 y 2020, observando en el año 2021 un aumento de la temperatura media mundial de  $1,11^{\circ}\text{C} \pm 0,13^{\circ}\text{C}$  respecto a los niveles preindustriales (tomando como referencia el periodo



1850-1900) y de 0,85°C tomando como referencia el periodo 1951-1980, acercándose así a los límites establecidos en el Acuerdo de París respecto al aumento de temperatura promedio.

**Figura 2.3.** Variación de la temperatura media mundial respecto a la media del periodo 1951-1980.



**Fuente:** NASA/GISS

El informe especial sobre el calentamiento global de 1,5°C emitido por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático manifiesta que de mantenerse el ritmo actual es posible que el calentamiento global llegue a 1,5 °C en el periodo 2030-2052 (IPCC, 2019). A pesar de los riesgos que trae consigo a los ecosistemas un aumento de temperatura de 1,5 °C, estos son menores que si el calentamiento global llegara a aumentar en 2°C. Este rango de diferencia puede generar una mayor intensidad de las precipitaciones en ciertas regiones y sequías en otras, un aumento de la temperatura media en los ecosistemas, pérdida y extinción de una mayor cantidad de especies, episodios de calor extremo, aumentos del nivel del mar, una mayor pérdida de la capa de nieve estacional y derretimiento de los glaciares (IPCC, 2019, 2021).

Además de los cambios en los ecosistemas, varios estudios muestran que los cambios ambientales pueden generar problemas en la calidad de vida la población, como afectaciones en la salud, entre ellos el estrés por calor, que pueden provocar riesgos sociales como la dificultad de supervivencia en ciertas áreas del mundo, un mayor índice de mortalidad, problemas de viabilidad para poder desempeñar las funciones laborales, problemas en el suministro de agua y en la seguridad alimentaria (Andrews et al., 2018; Basu & Samet, 2002; Hayhoe et al., 2004; Kovats & Hajat, 2008; Matthews et al., 2017; Resnik, 2016), destacando que las temperaturas extremas ocasionadas por el cambio

climático afectarán en gran medida a poblaciones de países de bajos y medianos ingresos (McMichael et al., 2008).

En la actualidad, el riesgo extremo a la exposición al calor se encuentra presente en países como Pakistán, Argelia y México. No obstante, un aumento de la temperatura en 2°C en comparación a los niveles preindustriales extendería el riesgo de estrés por calor a otros países de la región sudamericana como Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Andrews et al., 2018).

El aumento de la temperatura supone, como ya se ha mencionado, además del riesgo de transición, un riesgo físico para las empresas dadas las consecuencias del mismo y, en general, está generando distintos impactos en la economía de los diversos países. En especial, ha afectado sobre todo al crecimiento económico de los países que se ubican en el hemisferio sur (Pretis et al., 2018). Tan et al. (2021) llegan a la misma conclusión, destacando que los aumentos de temperatura impactan en el desarrollo económico según su zona geográfica, por lo que los países en desarrollo ubicados en zonas más cálidas experimentan consecuencias adversas mientras que los países desarrollados ubicados en regiones más frías podrán hasta cierta medida beneficiarse. En contraposición, Colacito et al. (2019) aclaran que la economía estadounidense se ve afectada negativamente por los aumentos de temperatura a pesar de ser un país desarrollado, especialmente en aquellos estados donde la temperatura es más alta, y este impacto no solo se centraría en sectores vulnerables sino en otras industrias como finanzas, comercio y construcción.

Respecto a los países emergentes, se ha observado que un aumento de la temperatura de 1 °C en un año puede reducir entre 1% y 2% el crecimiento económico, mientras que en los países más ricos no se observa un efecto significativo (Dell et al., 2012, 2014; Jain et al., 2020), destacando que el impacto es más severo en los estados con alta dependencia a las actividades de explotación de recursos naturales.

Donadelli et al. (2017) muestran que los *shocks* de temperatura tienen un impacto negativo sobre los mercados financieros dado que la disminución de la productividad genera menores beneficios empresariales y de los dividendos, afectando negativamente a los precios de las acciones. Debido a que los aumentos de temperatura traen consigo riesgos físicos sobre las actividades empresariales, que afectan a los activos productivos de las empresas, los inversores podrían inferir que los anuncios de récords de temperatura podrían acrecentar los desastres naturales extremos asociados a este fenómeno y repercutir en las actividades de las empresas generando pérdidas derivadas de estos desastres. Bansal et al. (2016) analizan los mercados bursátiles mundiales, y concluyen

que la temperatura tiene un efecto negativo en el valor de las acciones, es decir, una temperatura más alta genera una disminución en la riqueza debido al riesgo económico que trae consigo, estableciendo que si la expectativa es que los aumentos de temperatura afectan el crecimiento económico y aumentan los riesgos climáticos asociados, esto debe reflejarse en el precio de las acciones.

Derivado tanto de los problemas sociales como económicos y de los costes asociados al riesgo de transición y al riesgo físico que para las empresas supone el aumento de la temperatura asociada al cambio climático y la diferente forma es que este aumento incide en los países, las hipótesis a contrastar son las siguientes:

*H3. Los mercados financieros reaccionan negativamente a los anuncios de récords de temperatura.*

*H4. Los anuncios de récords de temperatura afectan en mayor medida a los países que se ubican en el hemisferio sur.*

### **2.3.3. Colapso de plataformas de hielo**

Una de las señales que más evidencia la gravedad del cambio climático son los colapsos de las plataformas de hielo. El riesgo físico al que se ven expuestas las empresas derivado del cambio climático está relacionado claramente con eventos climáticos que pueden generar daños a infraestructuras y activos de las empresas, siendo uno de estos eventos el colapso de plataformas de hielo. En este sentido, Mercer (1978) advirtió que el calentamiento global tendría un impacto a través de la ruptura de las plataformas en la Península Antártica, perdiéndose hasta el momento el 18% de las plataformas de hielo que representan 28.117  $km^2$  de superficie (Cook & Vaughan, 2010). En las últimas décadas las plataformas de hielo han sido objeto de estudio debido a su alta sensibilidad al cambio climático (Vincent, 2001). Particularmente los estudios se han centrado en la Antártida, y solo unos cuantos en el Ártico.

Desde 1990 se ha observado el colapso de varias plataformas de hielo, como son el Larsen A, Larsen B, Ward Hunt, Ayles, Larsen C, entre otros, siendo dos de los posibles causantes de estos fenómenos naturales el aumento de la temperatura atmosférica y oceánica (Bassis, 2020). En la actualidad, el aumento de la temperatura, a causa del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero, ha generado un rápido adelgazamiento del hielo, derretimiento y ruptura de las plataformas en la Antártida Occidental.

Si las emisiones continúan aumentando, el nivel del mar podría incrementar varias decenas de centímetros para el 2100 y aproximadamente 15 metros para el año 2500 (Benn & Sugden, 2020; Pollard & Deconto, 2016). El aumento del nivel del mar tendría un impacto en gran parte de la población ya que el 40% de la población mundial vive a menos de cien kilómetros de las costas (Naciones Unidas, 2015b), lo que resultaría en una afectación en la calidad de vida de las personas y pérdidas de infraestructuras y cultivos que se traducen en un impacto en las economías de varios países costeros y de las empresas, afectando a su rentabilidad.

En este sentido, Pycroft et al. (2016) señalan que un aumento del nivel del mar de 2 metros para el año 2100 generaría una pérdida económica mundial del 0,50% sobre el PIB, considerando que existen grandes diferencias entre las regiones. Así, las pérdidas en Sudamérica, Canadá, Estados Unidos, India y China serían del 0,48%, 0,24%, 0,27%, 0,13% y 0,30% del PIB, respectivamente, mientras que en Europa dependería de la región y variaría entre el 0,34% y el 1,72%.

Dada la evidencia anterior, es posible inferir que los colapsos tendrán un impacto en los aumentos en el nivel del mar y en el crecimiento económico, por lo que anuncios de este tipo se asociarían a futuros riesgos para la economía, debiéndose reflejar en el precio de las acciones a pesar de que los efectos no se den en ese momento (Bansal et al., 2016). Todo esto nos permite plantear la siguiente hipótesis:

*H5. Los mercados financieros reaccionan negativamente a los anuncios de colapsos de plataformas de hielo.*

## **2.4. Muestra y metodología**

### **2.4.1. Muestra**

La Tabla 2.1 muestra las fechas de los anuncios de los tres sucesos objeto de estudio. Por lo que respecta a las concentraciones de gases de efecto invernadero, se presentan 10 eventos consistentes en récords e hitos publicados por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos desde el año 2007, y 6 récords divulgados por la Organización Meteorológica Mundial, organismo especializado de las Naciones Unidas, desde el 2016. Los récords publicados por la NOAA se refieren a los crecimientos anuales más altos registrados de dióxido de carbono y metano desde su fundación, mientras que los hitos climáticos se refieren a los eventos correspondientes a concentraciones medias diarias o mensuales de dióxido de carbono en la atmósfera que superaron las 400 partes por millón. Respecto a los récords publicados por la WMO se

refieren a las concentraciones medias globales anuales de CO<sub>2</sub><sup>4</sup> que superan las 400 partes por millón (considerado un hito por la organización).

**Tabla 2.1.** Eventos relacionados con el cambio climático

<b>Panel A: Concentraciones de gases de efecto invernadero</b>			
<b>NOAA</b>	<b>Fecha</b>	<b>WMO</b>	<b>Fecha</b>
Récord 2007	29/10/2008	Récord 2015	24/10/2016
Hito climático CO <sub>2</sub>	10/05/2013	Récord 2016	30/10/2017
Récord 2015	09/03/2016	Récord 2017	20/11/2018
Hito climático CO <sub>2</sub>	18/05/2016	Récord 2018	25/11/2019
Récord 2016	10/03/2017	Récord 2019	23/11/2020
Hito climático CO <sub>2</sub>	07/06/2018	Récord 2020	25/10/2021
Récord 2018	22/03/2019		
Hito climático CO <sub>2</sub>	04/06/2019		
Hito climático CO <sub>2</sub>	14/08/2020		
Récord 2020	07/04/2021		

<b>Panel B: Récord de Temperatura y colapsos de plataformas de hielo</b>			
<b>Temperatura</b>	<b>Fecha</b>	<b>Colapsos</b>	<b>Fecha</b>
Récord 1998	18/12/1998	Larsen A	27/02/1995
Récord 2002	12/12/2002	Larsen B	18/03/2002
Récord 2004	08/02/2005	Ward Hunt	24/09/2003
Récord 2005	24/01/2006	Ayles	13/08/2005
Récord 2006	08/02/2007	Wilkins	25/03/2008
Récord 2007	16/01/2008	Larsen C	12/07/2017
Récord 2009	21/01/2010	Conger	24/03/2022
Récord 2010	12/01/2011		
Récord 2014	16/01/2015		
Récord 2015	20/01/2016		
Récord 2016	17/01/2017		
Récord 2017	18/01/2018		
Récord 2018	06/02/2019		
Récord 2019	15/01/2020		
Récord 2020	14/01/2021		
Récord 2021	13/01/2022		

**Fuente:** Las fechas de anuncios de récords e hitos de emisión de GEI provienen de la Organización Meteorológica mundial (WMO) y de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA). Las fechas de récord de temperatura provienen de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) y las de los colapsos de las plataformas de hielo provienen del Centro de Datos Nacional sobre Nieve y Hielo (NSIDC) y de la NASA.

<sup>4</sup> A pesar de que el titular de la noticia hace referencia a las concentraciones de GEI, a partir de ahora nos referiremos específicamente a las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esta elección se basa en la importancia que la noticia otorga a las concentraciones de CO<sub>2</sub>, destacando su relevancia en el contexto del informe.

En relación a los récords de temperatura y los colapsos de plataformas de hielo (Panel B de la Tabla 2.1), tenemos una muestra de 16 récords de temperatura desde 1998 publicados por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los Estados Unidos, y 7 eventos de colapsos de plataformas de hielo desde 1995 informados por el Centro de Datos Nacional sobre Nieve y Hielo de los Estados Unidos y por la NASA.

Nuestra muestra consta de 23 mercados de valores en todo el mundo, incluidos 6 en América Latina, 2 en América del Norte, 13 en Europa y 2 en Asia. La Tabla 2.2 proporciona una lista de los países dentro de cada región y los índices de mercados utilizados para evaluar la reacción del mercado. Los niveles de cierre diarios de los índices bursátiles de cada país se obtuvieron de la base de datos Refinitiv Eikon Datastream. Dada la relevancia del Acuerdo de París, y con el fin de analizar si el impacto en los mercados bursátiles de los anuncios recogidos en la Tabla 2.1 son más fuertes y significativos una vez que entra en vigor el acuerdo, desarrollamos el estudio para el periodo comprendido entre 1995 y 2022 y para el subperiodo posterior a la entrada en vigor del Acuerdo de París (2016-2022).

**Tabla 2.2.** Países constituyentes de cada región analizada e índices bursátiles empleados (entre paréntesis).

Europa		Latinoamérica	Norteamérica	Asia
Alemania (DAX30)	Países Bajos (AEX)	Argentina (MSCI)	Canadá (MSCI)	China (MSCI)
Austria (ATX)	Irlanda (ISEQ)	Brasil (MSCI)	Estados Unidos (MSCI)	India (MSCI)
Bélgica (BEL 20)	Italia (MIB)	Chile (MSCI)		
Dinamarca (OMX Copenhagen)	Portugal (PSI 20)	Colombia (MSCI)		
España (IBEX 35)	Reino Unido (FTSE 100)	México*		
Finlandia (OMX Helsinki)	Suecia (OMX Stockholm)	Perú (MSCI)		
Francia (CAC 40)				

**Nota:** \* A efectos de este estudio consideramos a México dentro de la región latinoamericana.

#### 2.4.2. Estimación del rendimiento anormal en los mercados de valores.

Para determinar el efecto que tienen los anuncios de aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, de los años más cálidos registrados y de la ruptura de plataformas

de hielo en las bolsas de los países latinoamericanos, europeos, norteamericanos y asiáticos que forman parte de nuestra muestra, se emplea la metodología de estudio de eventos aplicada a partir de coeficientes de regresión.

Para la estimación de los rendimientos anormales (AR) y los rendimientos anormales acumulados (CAR) alrededor de las fechas de suceso durante el periodo completo de estudio se han utilizado los modelos de las expresiones (2.1) y (2.2), respectivamente. Los modelos se han estimado a partir de las rentabilidades diarias de los índices de la Tabla 2.2 desde el 02 de enero de 1995 hasta el 26 de abril del 2022.

En todos los casos, la estimación de los rendimientos anormales se ha realizado mediante el modelo de Heterocedasticidad Condicional Auto Regresiva Generalizada, GARCH (1,1) (Bollerslev, 1986), en el que la varianza condicional ( $\sigma_t^2$ ) depende del cuadrado de las perturbaciones anteriores  $u_{t-1}$  y de las varianzas condicionales de periodos anteriores ( $\sigma_{t-1}^2$ ).

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + \sum_{j=1}^4 \sum_{h=0}^1 \delta_{ijh} D_{jht} + \mu_{it} \quad (2.1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha u_{t-1}^2 + \rho \sigma_{t-1}^2$$

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + \sum_{j=1}^4 \gamma_{ij} Q_{jt} + \mu_{it} \quad (2.2)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha u_{t-1}^2 + \rho \sigma_{t-1}^2$$

En las expresiones (2.1) y (2.2), la variable dependiente  $R_{it}$  es el rendimiento diario del índice bursátil del país  $i$  en el día  $t$ , calculado a partir de los precios de cierre diarios de los índices anteriormente expuestos,  $R_{Mt}$  es el rendimiento diario del índice mundial de Morgan Stanley Capital International (MSCI), que se toma como subrogado de la cartera de mercado mundial,  $D_{jht}$  es una variable ficticia que será utilizada para calcular los AR y que tomará el valor 1 en el día del evento (para  $h = t_0, t_0 + 1$ ) para cada fecha del suceso  $j$  en todo el periodo analizado, y cero en cualquier otro día. El coeficiente de interés en la expresión (2.1) es  $\delta_{ijh}$ , que es la estimación del rendimiento anormal medio (AR) de los eventos analizados.

Respecto a los rendimientos anormales acumulados (CAR), en este estudio se consideraron tres ventanas de 5, 15 y 30 días a partir del día del evento. Por tanto, en la expresión (2.2),  $Q_{jt}$  es una variable ficticia que toma el valor de  $1/T$  con  $T=5$  ( $t_0, t_0 + 4$ ),

$T=15 (t_0, t_0 + 14)$ , y  $T=30 (t_0, t_0 + 29)$ , para cada fecha del suceso  $j$  en todo el periodo analizado. El coeficiente  $\gamma_{ij}$  es el rendimiento anormal acumulado medio ( $CAR_T$ ) para el período  $T$  en los eventos analizados.

Con el fin de analizar si existe una mayor sensibilización en los mercados y, por tanto, diferencias en la reacción de estos a partir de la entrada en vigor del Acuerdo de París, se ha realizado la estimación de los modelos anteriores para el periodo posterior a la entrada en vigor que abarca desde 4 de noviembre de 2016 hasta el 26 de abril del 2022. Al igual que en la estimación realizada para todo el periodo considerado, se ha utilizado en la estimación el modelo GARCH (1,1).

Para determinar si existen diferencias significativas entre las medianas de los rendimientos anormales (AR) y rendimientos anormales acumulados (CAR) se utiliza la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para dos muestras independientes. La prueba se aplica de acuerdo al evento analizado:

- Concentración de gases de efecto invernadero: Comparación entre países europeos con países de los continentes americano y asiático.
- Récorde de temperatura: Análisis entre países ubicados en el hemisferio norte y países del hemisferio sur.

## **2.5. Resultados**

### **2.5.1. Reacción de los mercados de valores al anuncio de récords e hitos de emisiones de GEI.**

En las Tabla 2.3 y 2.4 se muestran las estimaciones del impacto que tienen los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>, proporcionados por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica y las publicadas por la Organización Meteorológica Mundial respectivamente, detalladas por los países que componen la muestra para el periodo global (1995-2022) y para el periodo posterior a la entrada en vigor del Acuerdo de París (2016-2022). Los resultados muestran claramente que más del 82% de los mercados no reaccionan a la publicación de esta información ni en el día en que se hace pública ( $AR_0$ ) ni en el posterior ( $AR_1$ ) independientemente de la fuente y en ninguno de los dos periodos analizados (Tabla 2.3). Para las noticias publicadas por la NOAA (Tabla 2.3), en el período completo (1995-2022) se observan solo reacciones negativas significativas y menores al 1% en el mercado chileno, mexicano (Panel A de la Tabla 2.3), italiano (Panel C de la Tabla 2.3) y chino (Panel D de la Tabla 2.3). Considerando los rendimientos



anormales acumulados para dicho periodo en una ventana de 30 días, en Chile se observa una reacción negativa y significativa de -2,37% (Panel A de la Tabla 2.3) y en Dinamarca del -2,11% (Panel C de la Tabla 2.3).

En relación al periodo 2016-2021, solo en Dinamarca y Países Bajos se observan reacciones significativas el día de la publicación de la información con un AR en  $t_0$  de -0,66% y -0,38% (Panel C de la Tabla 2.3), respectivamente, y considerando una ventana de 30 días se muestra una pérdida de la riqueza del -2,9% en India (Panel D de la Tabla 2.3).

Por otro lado, los resultados de las noticias de concentraciones de CO<sub>2</sub> publicados por la Organización Meteorológica Mundial, detallados en la Tabla 2.4, muestran para el periodo completo que en los países de los 4 continentes analizados la riqueza de los accionistas no varía significativamente el día del anuncio (AR<sub>0</sub>) a excepción de Dinamarca, mientras que el día posterior se observa un rendimiento (AR<sub>1</sub>) anormal significativo tan solo en México (-0,46%) (Panel A de la Tabla 2.4). Similar patrón se observa en el subperiodo 2016-2022 los días de la publicación de la información y el día posterior. Aunque apenas se observan reacciones significativas en el día del anuncio y el día posterior, en 13 de los 23 países de la muestra se encuentra rendimientos anormales acumulados negativos en la ventana de 30 días, dos de ellos pertenecientes a países Latinoamericanos, cuyos CAR oscilan entre -3,32% y -3,7% (Panel A de la Tabla 2.4), 9 europeos (entre -2,05% y -2,98%, Panel C de la Tabla 2.4), e India y Canadá con rendimientos anormales acumulados de -3,18% y -1,67%, respectivamente (Paneles D y B de la Tabla 2.4). En el subperiodo 2016-2022, solo en 6 países de los 23 se obtiene un CAR negativo en alguna de las ventanas analizadas. Entre ellos: México (-2,16%) en la ventana de 5 días (Panel A de la Tabla 2.4), Austria (-2,32%, Panel C de la Tabla 2.4) en la de 15 días y Canadá (-1,59%, Panel B de la Tabla 2.4), Países Bajos (-1,88%, Panel C de la Tabla 2.4), Suecia (-2,78%, Panel C de la Tabla 2.4) e India (-3,43%, Panel D de la Tabla 2.4) en la ventana de 30 días.

Aunque en general los mercados no reaccionan a la publicación de los récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> ni en el día del anuncio ni en el posterior, sí que hay una valoración negativa acumulada ante dicha información en la mayoría de países europeos, en algunos latinoamericanos, en Canadá e India cuando la información proviene de la Organización Meteorológica Mundial, lo que respaldaría la Hipótesis 1.

**Tabla 2.3.** Reacción de los mercados financieros a los anuncios de concentraciones de GEI informados por la NOAA durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022

	1995-2022					2016-2022				
	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>
<b>Panel A: Latinoamérica</b>										
<b>Argentina</b>	-0,47 [-1,05]	0,41 [0,71]	0,36 [0,35]	2,05 [1,03]	0,20 [0,08]	-1,02 [-1,29]	1,40 [1,04]	0,97 [0,65]	1,93 [0,63]	0,32 [0,08]
<b>Brasil</b>	-0,60 [-1,03]	-0,29 [-1,05]	-1,16 [-1,44]	-0,27 [-0,18]	0,52 [0,26]	-0,67 [-1,24]	-0,65 [-1,58]	-1,25 [-1,31]	-1,4 [-0,72]	0,83 [0,29]
<b>Chile</b>	-0,66 <sup>b</sup> [-2,12]	0,11 [0,74]	-0,42 [-0,92]	-0,26 [-0,31]	-2,37 <sup>b</sup> [-2,03]	-0,34 [-0,34]	0,48 <sup>b</sup> [2,04]	0,49 [0,68]	-0,20 [-0,14]	-2,77 [-1,29]
<b>Colombia</b>	-0,30 [-1,16]	-0,18 [-0,45]	-0,64 [-0,99]	0,82 [0,79]	-0,73 [-0,47]	0,00 [-0,01]	-0,15 [-0,38]	-0,90 [-1,13]	1,31 [0,92]	-1,69 [-0,71]
<b>México</b>	-0,57 <sup>b</sup> [-2,18]	0,19 [0,73]	-0,63 [-1,07]	-0,22 [-0,23]	-1,33 [-1,07]	-0,24 [-0,76]	0,53 [1,05]	0,60 [0,78]	1,19 [0,84]	0,15 [0,09]
<b>Perú</b>	-0,22 [-0,44]	-0,10 [-0,26]	-1,15 [-1,20]	-1,12 [-0,73]	-1,74 [-0,82]	-0,30 [-0,37]	0,16 [0,37]	0,03 [0,03]	-1,12 [-0,56]	-1,14 [-0,40]
<b>Panel B: Norteamérica</b>										
<b>Canadá</b>	-0,20 [-0,65]	-0,03 [-0,10]	-0,49 [-1,23]	-0,25 [-0,42]	-0,16 [-0,21]	-0,06 [-0,18]	0,09 [0,39]	-0,45 [-1,08]	-0,73 [-1,13]	-0,88 [-0,94]
<b>Estados Unidos</b>	0,05 [0,62]	0,08 [0,75]	0,15 [0,67]	0,01 [0,04]	0,32 [0,63]	-0,04 [-0,48]	0,09 [1,08]	0,00 [0,03]	-0,23 [-0,69]	0,15 [0,29]
<b>Panel C: Europa</b>										
<b>Alemania</b>	-0,16 [-0,41]	-0,35 [-1,17]	-0,40 [-0,60]	0,37 [0,42]	0,35 [0,28]	-0,32 [-0,48]	-0,23 [-0,45]	-0,81 [-0,99]	0,31 [0,29]	1,03 [0,66]
<b>Austria</b>	0,17 [0,48]	-0,42 [-0,79]	-0,10 [-0,13]	-0,39 [-0,36]	-0,19 [-0,12]	0,08 [0,17]	-0,51 [-0,91]	-1,02 [-1,04]	-1,11 [-0,97]	-0,96 [-0,51]
<b>Bélgica</b>	-0,13 [-0,26]	-0,34 [-0,92]	-0,29 [-0,51]	0,14 [0,18]	-0,92 [-0,89]	-0,22 [-0,29]	-0,39 [-0,75]	-0,69 [-1,04]	0,31 [0,30]	0,39 [0,29]
<b>Dinamarca</b>	-0,38 [-1,37]	0,15 [0,48]	0,11 [0,17]	-0,63 [-0,61]	-2,11 <sup>c</sup> [-1,65]	-0,66 <sup>b</sup> [-2,05]	0,09 [0,24]	-0,30 [-0,37]	-0,49 [-0,33]	-0,57 [-0,28]
<b>España</b>	-0,20 [-0,42]	-0,42 [-0,81]	-0,39 [-0,54]	-0,38 [-0,33]	-2,01 [-1,56]	-0,26 [-0,31]	-0,31 [-0,45]	-0,28 [-0,34]	-0,32 [-0,25]	-0,28 [-0,15]
<b>Finlandia</b>	-0,09 [-0,36]	-0,22 [-0,66]	-0,45 [-0,69]	-0,75 [-0,79]	-0,68 [-0,55]	-0,32 [-0,81]	-0,12 [-0,47]	-0,66 [-0,99]	-0,62 [-0,64]	-0,05 [-0,03]
<b>Francia</b>	-0,27 [-0,99]	-0,13 [-0,34]	-0,25 [-0,38]	0,69 [0,81]	0,68 [0,57]	-0,51 [-1,05]	-0,03 [-0,04]	-0,71 [-0,79]	0,56 [0,59]	1,21 [0,78]
<b>Países Bajos</b>	-0,15 [-0,88]	-0,25 [-0,58]	-0,17 [-0,33]	0,04 [0,05]	-0,12 [-0,11]	-0,38 <sup>c</sup> [-1,71]	-0,16 [-0,18]	-0,67 [-0,99]	-0,47 [-0,48]	-0,04 [-0,03]
<b>Irlanda</b>	-0,14 [-0,37]	-0,26 [-0,48]	-0,56 [-0,79]	-0,90 [-0,95]	-0,95 [-0,79]	-0,35 [-0,42]	-0,24 [-0,24]	-1,07 [-0,89]	-1,42 [-1,05]	0,65 [0,36]
<b>Italia</b>	0,21 [0,45]	-0,51 <sup>c</sup> [-1,74]	0,23 [0,39]	0,84 [0,74]	0,62 [0,47]	-0,03 [-0,03]	-0,50 <sup>c</sup> [-1,66]	-0,26 [-0,36]	0,02 [0,02]	0,92 [0,47]
<b>Portugal</b>	-0,11 [-0,42]	-0,24 [-0,22]	-0,45 [-0,67]	0,45 [0,48]	-0,84 [-0,59]	-0,30 [-0,96]	-0,26 [-0,16]	-0,76 [-0,99]	-0,03 [-0,03]	-0,15 [-0,09]
<b>Reino Unido</b>	-0,23 [-1,29]	-0,24 [-1,37]	-0,16 [-0,35]	-0,47 [-0,68]	-1,05 [-1,07]	-0,39 [-1,63]	-0,12 [-0,35]	-0,28 [-0,45]	-0,54 [-0,59]	-1,65 [-1,24]
<b>Suecia</b>	-0,13 [-0,32]	-0,05 [-0,15]	-0,23 [-0,32]	-0,24 [-0,29]	-0,10 [-0,08]	-0,34 [-0,56]	0,07 [0,11]	-0,65 [-0,70]	-0,17 [-0,16]	0,54 [0,36]
<b>Panel D: Asia</b>										
<b>China</b>	-0,68 <sup>c</sup> [-1,70]	-0,05 [-0,21]	-0,24 [-0,33]	0,08 [0,06]	-1,81 [-0,87]	-0,47 [-0,87]	-0,05 [-0,17]	-0,11 [-0,13]	0,14 [0,08]	-1,80 [-0,69]
<b>India</b>	0,03 [0,07]	-0,28 [-1,23]	0,22 [0,48]	-0,45 [-0,49]	-1,47 [-1,04]	-0,02 [-0,07]	-0,29 [-0,75]	0,54 [1,08]	-1,40 [-1,44]	-2,90 <sup>c</sup> [-1,82]

**Nota:** a, b, c significativo al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Todos los rendimientos anormales están expresados en porcentaje. El valor de la *t-Student* aparece entre corchetes.

**Tabla 2.4.** Reacción de los mercados financieros a los anuncios de concentraciones de GEI informados por la WMO durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022

País	1995-2022					2016-2022				
	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>
<b>Panel A: Latinoamérica</b>										
Argentina	-0,01 [-0,01]	-0,36 [-0,51]	-0,65 [-0,39]	-3,16 [-1,38]	-1,45 [-0,41]	-0,23 [-0,20]	-0,43 [-0,59]	-0,59 [-0,37]	-2,31 [-0,83]	-0,70 [-0,16]
Brasil	-0,12 [-0,29]	-0,64 [-1,18]	-1,09 [-1,04]	-0,86 [-0,57]	0,09 [0,04]	-0,01 [-0,04]	-0,69 [-1,25]	-1,29 [-0,94]	0,3 [0,14]	2,06 [0,77]
Chile	0,37 [1,42]	0,32 [0,81]	-0,68 [-1,05]	-2,11 <sup>b</sup> [-2,06]	-2,24 [-1,37]	0,42 [1,423]	0,26 [0,52]	-0,11 [-0,13]	-1,18 [-0,74]	0,23 [0,08]
Colombia	-0,51 [-1,07]	0,01 [0,02]	-0,99 [-0,98]	-2,02 <sup>c</sup> [-1,76]	-3,70 <sup>c</sup> [-1,92]	-0,76 [-1,63]	-0,07 [-0,09]	-1,50 [-1,35]	-0,71 [-0,41]	-1,70 [-0,67]
México	-0,42 [-0,53]	-0,46 <sup>b</sup> [-2,01]	-1,63 <sup>a</sup> [-2,67]	-2,64 <sup>a</sup> [-2,67]	-3,32 <sup>b</sup> [-2,18]	-0,30 [-0,28]	-0,45 <sup>c</sup> [-1,92]	-2,16 <sup>b</sup> [-2,54]	-1,77 [-1,34]	-1,68 [-0,88]
Perú	-0,35 [-0,67]	-0,14 [-0,31]	-0,75 [-0,62]	-0,55 [-0,35]	0,61 [0,24]	-0,18 [-0,31]	-0,09 [-0,17]	-0,52 [-0,38]	0,96 [0,49]	2,53 [0,85]
<b>Panel B: Norteamérica</b>										
Canadá	-0,10 [-0,38]	-0,11 [-0,47]	-0,17 [-0,59]	-0,61 [-1,16]	-1,67 <sup>b</sup> [-2,12]	0,22 <sup>c</sup> [1,65]	0,01 [0,16]	-0,03 [-0,13]	-0,10 [-0,18]	-1,59 <sup>c</sup> [-1,86]
Estados Unidos	0,01 [0,06]	-0,01 [-0,05]	0,02 [0,05]	0,11 [0,26]	0,40 [0,74]	-0,03 [-0,22]	-0,05 [-0,16]	-0,01 [-0,04]	-0,14 [-0,32]	0,03 [0,05]
<b>Panel C: Europa</b>										
Alemania	0,01 [0,01]	0,10 [0,35]	0,33 [0,56]	-1,11 [-1,20]	-2,88 <sup>b</sup> [-2,39]	-0,03 [-0,02]	0,21 [0,85]	0,49 [0,83]	-0,72 [-0,71]	-2,14 [-1,53]
Austria	0,11 [0,21]	0,09 [0,26]	-0,83 [-0,98]	-2,12 <sup>c</sup> [-1,71]	-2,82 [-1,49]	-0,09 [-0,08]	0,12 [0,29]	-1,22 [-1,35]	-2,32 <sup>c</sup> [-1,67]	-2,97 [-1,41]
Bélgica	-0,14 [-0,24]	0,08 [0,24]	0,08 [0,11]	-1,55 <sup>c</sup> [-1,88]	-2,69 <sup>b</sup> [-2,29]	-0,14 [-0,23]	0,18 [0,52]	0,29 [0,37]	-1,46 [-1,55]	-2,08 [-1,45]
Dinamarca	0,64 <sup>c</sup> [1,91]	0,05 [0,16]	-0,05 [-0,07]	-1,58 [-1,29]	-2,98 <sup>c</sup> [-1,76]	0,32 [0,76]	-0,19 [-0,48]	0,24 [0,26]	-1,92 [-1,27]	-2,62 [-1,18]
España	0,32 [0,91]	0,15 [0,31]	0,47 [0,45]	-1,26 [-1,04]	-2,58 [-1,57]	0,41 [1,07]	0,46 [0,97]	1,00 [0,88]	-0,79 [-0,68]	-1,28 [-0,70]
Finlandia	-0,31 [-0,41]	-0,26 [-0,55]	-1,19 <sup>c</sup> [-1,78]	-2,19 <sup>b</sup> [-1,98]	-2,68 <sup>c</sup> [-1,86]	-0,28 [-0,37]	-0,12 [-0,16]	-1,00 [-1,26]	-1,80 [-1,44]	-1,75 [-1,07]
Francia	-0,12 [-0,22]	0,07 [0,13]	0,05 [0,06]	-1,44 [-1,51]	-2,13 <sup>c</sup> [-1,93]	-0,18 [-0,27]	0,19 [0,51]	0,04 [0,05]	-1,61 [-1,54]	-2,07 [-1,64]
Países Bajos	-0,02 [-0,03]	0,22 [0,68]	-0,07 [-0,09]	-1,27 <sup>c</sup> [-1,65]	-2,20 <sup>b</sup> [-2,31]	-0,09 [-0,09]	0,32 [1,06]	-0,14 [-0,21]	-1,33 [-1,64]	-1,88 <sup>c</sup> [-1,69]
Irlanda	0,10 [0,12]	0,39 [1,33]	0,30 [0,29]	0,39 [0,29]	-0,77 [-0,44]	0,14 [0,13]	0,91 [1,39]	0,94 [0,79]	0,95 [0,61]	0,72 [0,32]
Italia	0,28 [0,35]	0,23 [0,29]	0,56 [0,65]	-1,32 [-1,06]	-1,86 [-1,26]	0,25 [0,33]	0,33 [0,39]	0,56 [0,56]	-1,46 [-1,01]	-1,80 [-0,96]
Portugal	-0,13 [-0,48]	0,07 [0,19]	-1,01 [-1,61]	-2,23 <sup>b</sup> [-2,27]	-2,97 <sup>b</sup> [-2,08]	-0,12 [-0,41]	0,19 [0,47]	-0,88 [-1,26]	-1,70 [-1,59]	-1,98 [-1,23]
Reino Unido	0,03 [0,11]	0,21 [0,81]	0,13 [0,27]	-1,22 [-1,60]	-2,05 <sup>c</sup> [-1,94]	0,01 [0,03]	0,29 [0,99]	0,16 [0,27]	-1,09 [-1,13]	-1,61 [-1,15]
Suecia	-0,32 [-0,86]	0,09 [0,24]	-0,41 [-0,58]	-1,12 [-1,07]	-2,58 <sup>b</sup> [-2,06]	-0,24 [-0,66]	0,18 [0,50]	-0,73 [-0,92]	-1,46 [-1,36]	-2,78 <sup>c</sup> [-1,95]
<b>Panel D: Asia</b>										
China	0,29 [0,35]	-0,48 [-1,34]	-1,30 [-1,28]	-2,14 [-1,32]	-2,64 [-1,10]	0,11 [0,13]	-0,06 [-0,09]	-0,60 [-0,44]	-0,12 [-0,06]	-0,98 [-0,36]
India	0,30 [0,78]	-0,38 [-1,09]	-0,73 [-1,17]	-1,90 <sup>c</sup> [-1,77]	-3,18 <sup>b</sup> [-2,22]	0,42 [1,17]	-0,32 [-0,81]	-0,48 [-0,78]	-1,44 [-1,29]	-3,43 <sup>b</sup> [-2,24]

**Nota:** <sup>a,b,c</sup> significativo al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Todos los rendimientos anormales están expresados en porcentaje. El valor de la *t-Student* aparece entre corchetes.

La Tabla 2.5 muestra los resultados de comprobar si los mercados europeos reaccionan negativamente y en mayor medida que los mercados americanos y asiáticos a noticias de récords en las concentraciones de CO<sub>2</sub> (Hipótesis 2). Para todo el período, los resultados llevan a rechazar la Hipótesis 2, ya que encontramos que la mayoría de las diferencias significativas muestran una reacción negativa mayor para los mercados de América y Asia. En cambio, en el período posterior al Acuerdo de París, obtuvimos resultados mixtos, ya que encontramos una reacción significativamente mejor en los mercados europeos para períodos de eventos cortos en el caso de los anuncios de la WMO y un comportamiento contrario para los anuncios de la NOAA para los mismos períodos. Es de destacar que, para períodos de eventos más prolongados, encontramos resultados que respaldan la Hipótesis 2 para los anuncios de la WMO, ya que los mercados europeos muestran un CAR menor. De acuerdo con los argumentos de Bourdeau-Brien y Kryzanowski (2017), quienes afirman que se necesitan grandes ventanas de eventos ex-post para medir la respuesta del mercado de valores a eventos relacionados con el clima, nuestros resultados para esas ventanas más largas serían los más precisos para respaldar Hipótesis 2.

**Tabla 2.5.** Contraste de medianas de los rendimientos anormales en relación al anuncio de récords e hitos de emisiones de GEI publicadas por la NOAA y la WMO.

	NOAA			WMO		
	América y Asia	Europa	p-value	América y Asia	Europa	p-value
<b>Panel A: período 1995-2022</b>						
AR <sub>0</sub>	-0.38%	-0.14%	0.026	-0,06%	0,03%	0,488
AR <sub>1</sub>	-0.04%	-0.25%	0.016	-0,25%	0,09%	0,002
CAR <sub>5</sub>	-0.46%	-0.25%	0.374	-0,74%	0,05%	0,008
CAR <sub>15</sub>	-0.24%	-0.38%	0.471	-1,96%	-1,29%	0,542
CAR <sub>30</sub>	-1.03%	-0.68%	0.657	-1,67%	-2,58%	0,542
<b>Panel B: período 2016-2022</b>						
AR <sub>0</sub>	-0.27%	-0.32%	0.698	-0,02%	-0,03%	0,824
AR <sub>1</sub>	0.09%	-0.23%	0.035	-0,08%	0,19%	0,005
CAR <sub>5</sub>	0.02%	-0.67%	0.015	-0,55%	0,16%	0,040
CAR <sub>15</sub>	-0.21%	-0.47%	0.618	-0,42%	-1,46%	0,086
CAR <sub>30</sub>	-1.01%	-0.04%	0.108	-0,84%	-1,95%	0,017

### 2.5.2. Reacción de los mercados de valores al anuncio de récords de temperaturas.

En la Tabla 2.6 se muestra el impacto que tienen los anuncios de récords de temperaturas durante todo el periodo muestral (1995-2022) y para el periodo posterior al Acuerdo de París (2016-2022). Los anuncios sobre los años más cálidos registrados desde la era preindustrial proporcionados por la NASA conducen a rendimientos anormales negativos

el día del anuncio ( $AR_0$ ) solo en el Reino Unido (-0,29%), mientras que, en Perú, Países Bajos y Portugal la reacción es positiva (aunque menor del 0,50%) (Paneles A y C de la Tabla 2.6). El día posterior al anuncio, el mercado irlandés reacciona negativamente (-0,24%, Panel C de la Tabla 2.6), y no se muestran resultados significativos en Norteamérica, Latinoamérica y Asia. Considerando el periodo 2016-2022, posterior a la entrada en vigor del Acuerdo de París, se observa un patrón similar en Europa el día del anuncio, mientras que en Latinoamérica solo reacciona Brasil de forma negativa. En los dos periodos evaluados, existen rendimientos anormales acumulados negativos en Reino Unido de hasta -2,76%, mientras que en Francia y Bélgica los CAR fluctúan entre -0.84% y -1,35% solo cuando se analiza el periodo 2016-2022 (Panel C de la Tabla 2.6). China e India no reaccionan en ninguna de las ventanas y periodos analizados. Cabe destacar que el Reino Unido presenta respuestas negativas y significativas en prácticamente todas las ventanas de ambos periodos analizados.

Aunque una de las principales consecuencias y más visible del cambio climático y a la que se le está prestando una enorme atención es el aumento medio de la temperatura del planeta, dada las escasas reacciones significativas encontradas en este análisis, consideramos que los resultados no respaldan la Hipótesis 3.

**Tabla 2.6.** Impacto en los mercados financieros de los anuncios de récords de temperaturas durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022.

País	1995-2022					2016-2022				
	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>
<b>Panel A: Latinoamérica</b>										
Argentina	0,07 [0,24]	-0,21 [-0,56]	0,18 [0,27]	-0,35 [-0,33]	0,38 [0,21]	-0,50 [-0,85]	-0,43 [-0,43]	-1,62 [-1,15]	-0,18 [-0,079]	-1,71 [-0,46]
Brasil	-0,07 [-0,35]	-0,26 [-1,24]	0,25 [0,57]	0,09 [0,09]	1,36 [0,97]	-0,63 <sup>b</sup> [-2,31]	-0,17 [-0,33]	0,64 [0,99]	0,7 [0,435]	2,15 [0,85]
Chile	0,11 [0,46]	0,34 [1,45]	0,82 <sup>b</sup> [2,04]	1,19 [1,51]	0,18 [0,16]	-0,09 [-0,24]	0,41 [0,69]	-0,90 [-0,91]	-0,93 [-0,595]	-3,13 [-1,58]
Colombia	-0,11 [-0,46]	0,18 [0,72]	0,62 [1,12]	-0,01 [-0,01]	-1,94 [-1,42]	-0,07 [-0,13]	-0,36 [-0,62]	0,10 [0,09]	-0,74 [-0,417]	-3,52 <sup>c</sup> [-1,68]
México	0,17 [1,21]	0,20 [1,04]	0,47 [1,35]	-0,43 [-0,56]	-0,96 [-0,83]	0,07 [0,25]	0,23 [0,83]	0,51 [0,93]	-0,63 [-0,516]	-2,14 [-1,12]
Perú	0,47 <sup>c</sup> [1,70]	-0,49 [-1,61]	1,29 <sup>b</sup> [2,06]	2,57 <sup>b</sup> [2,30]	2,52 [1,45]	0,48 [0,40]	-0,59 [-1,41]	0,75 [0,73]	0,02 [0,012]	1,89 [0,71]
<b>Panel B: Norteamérica</b>										
Canadá	0,28 [1,58]	0,06 [0,52]	0,36 [1,56]	-0,43 [1,03]	-0,96 [1,34]	0,08 [0,24]	0,16 [1,03]	0,10 [0,26]	-0,26 [-0,362]	0,22 [0,23]
Estados Unidos	-0,04 [-0,41]	-0,08 [-1,01]	0,02 [0,09]	0,12 [0,49]	0,28 [0,69]	-0,15 [-0,91]	0,12 [0,59]	0,09 [0,29]	0,49 <sup>c</sup> [1,715]	0,92 <sup>c</sup> [1,86]
<b>Panel C: Europa</b>										
Alemania	-0,03 [-0,14]	0,09 [0,72]	-0,22 [-0,68]	-0,40 [-0,67]	-1,05 [-1,12]	0,13 [0,40]	-0,43 [-1,64]	-0,54 [-0,92]	-0,38 [-0,470]	-0,59 [-0,40]
Austria	-0,21 [-0,94]	-0,08 [-0,21]	-0,08 [-0,16]	-0,65 [-0,89]	-0,42 [-0,39]	-0,24 [-1,16]	-0,28 [-0,38]	-0,53 [-0,88]	-1,54 [-1,637]	-0,90 [-0,60]
Bélgica	-0,05 [-0,30]	0,19 [1,1]	-0,09 [-0,29]	-0,30 [-0,65]	-0,40 [-0,51]	-0,02 [-0,10]	-0,30 [-0,77]	-0,95 <sup>b</sup> [-2,50]	-1,35 <sup>b</sup> [-2,199]	-1,77 [-1,51]
Dinamarca	0,10 [0,68]	0,18 [1,10]	0,85 <sup>c</sup> [1,95]	-0,11 [-0,14]	1,10 [0,90]	0,45 <sup>b</sup> [2,03]	-0,31 [-0,95]	0,37 [0,48]	-0,49 [-0,375]	0,33 [0,16]
España	0,02 [0,11]	0,08 [0,54]	-0,34 [-1,19]	-0,46 [-0,71]	-0,33 [-0,32]	0,05 [0,18]	-0,21 [-0,48]	-0,27 [-0,43]	-0,60 [-0,664]	0,18 [0,11]
Finlandia	0,18 [0,94]	0,34 [1,58]	0,41 [0,990]	0,63 [0,99]	1,07 [0,98]	0,29 [0,97]	0,19 [0,59]	0,58 [1,07]	0,05 [0,061]	1,17 [0,79]
Francia	-0,16 [-0,94]	0,04 [0,27]	-0,34 [-1,12]	-0,30 [-0,53]	-0,12 [-0,13]	-0,09 [-0,20]	-0,39 [-0,82]	-0,84 <sup>c</sup> [-1,73]	-1,26 <sup>c</sup> [-1,68]	-0,47 [-0,35]
Países Bajos	0,22 <sup>c</sup> [1,71]	0,13 [1,05]	0,20 [0,64]	0,03 [0,06]	0,17 [0,21]	0,68 <sup>a</sup> [3,64]	-0,07 [-0,19]	0,33 [0,66]	-0,38 [-0,55]	-0,26 [-0,21]
Irlanda	-0,15 [-0,74]	-0,24 <sup>c</sup> [-1,86]	-0,52 [-1,33]	-1,06 [-1,39]	-1,29 [-1,13]	-0,07 [-0,24]	-0,35 [-1,33]	-0,43 [-0,64]	-1,57 [-1,40]	-1,71 [-0,93]
Italia	0,13 [0,99]	0,20 [0,99]	-0,04 [-0,11]	-0,12 [-0,19]	-0,28 [-0,28]	0,22 [0,84]	-0,41 [-1,14]	-0,52 [-0,75]	-0,64 [-0,64]	0,39 [0,22]
Portugal	0,50 <sup>a</sup> [3,58]	-0,05 [-0,33]	0,38 [1,13]	-0,16 [-0,27]	-0,82 [-0,83]	0,71 <sup>b</sup> [2,23]	-0,40 [-1,14]	0,19 [0,32]	-0,71 [-0,85]	-1,06 [-0,72]
Reino Unido	-0,29 <sup>b</sup> [-2,26]	0,23 <sup>b</sup> [2,00]	-0,50 <sup>b</sup> [-1,98]	-1,19 <sup>b</sup> [-2,41]	-1,03 [-1,36]	-0,37 <sup>b</sup> [-2,35]	-0,18 [-0,63]	-1,27 <sup>a</sup> [-2,69]	-2,41 <sup>a</sup> [-3,09]	-2,76 <sup>b</sup> [-2,05]
Suecia	-0,20 [-1,45]	0,34 <sup>c</sup> [1,88]	0,01 [0,033]	0,27 [0,38]	0,32 [0,29]	0,19 [0,56]	0,03 [0,10]	0,13 [0,25]	0,44 [0,48]	0,06 [0,04]
<b>Panel D: Asia</b>										
China	0,11 [0,36]	-0,27 [-0,80]	-0,50 [-0,79]	-0,90 [-0,86]	-0,25 [-0,15]	0,32 [0,46]	0,31 [0,34]	0,73 [0,73]	0,21 [0,15]	1,63 [0,67]
India	0,18 [0,89]	0,13 [0,49]	-0,48 [-0,94]	-0,86 [-1,02]	-0,62 [-0,45]	0,20 [0,61]	0,08 [0,18]	-0,41 [-0,66]	-1,17 [-1,18]	-1,30 [-0,74]

**Nota:** a, b, c significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Todos los rendimientos anormales están expresados en porcentaje. El valor de la t-Student aparece entre corchetes.

Respecto a las diferencias que existen entre las medianas de los rendimientos anormales entre el hemisferio norte y sur (Tabla 2.7), se puede verificar que, en general, no existen diferencias significativas y que las que se encuentran al analizar el período global son contrarias a la hipótesis postulada, por lo que se puede argumentar que los países del hemisferio sur no son los más afectados a las noticias de aumentos de temperatura, lo que supondría rechazar la Hipótesis 4.

**Tabla 2.7.** Contraste de medianas sobre récords de temperatura

	Hemisferio Sur	Hemisferio Norte	<i>p-value</i> de la diferencia
<b>Panel A: Periodo 1995-2022</b>			
<b>AR<sub>0</sub></b>	0,073%	-0,008%	0,734
<b>AR<sub>1</sub></b>	-0,206%	0,111%	0,308
<b>CAR<sub>5</sub></b>	0,620%	-0,078%	0,012
<b>CAR<sub>15</sub></b>	0,087%	-0,411%	0,021
<b>CAR<sub>30</sub></b>	1,355%	-0,366%	0,102
<b>Panel B: Periodo 2016-2022</b>			
<b>AR<sub>0</sub></b>	-0,09%	0,07%	0,118
<b>AR<sub>1</sub></b>	-0,36%	-0,12%	0,308
<b>CAR<sub>5</sub></b>	0,10%	-0,01%	0,786
<b>CAR<sub>15</sub></b>	-0,18%	-0,63%	0,277
<b>CAR<sub>30</sub></b>	-1,71%	-0,53%	0,684

### 2.5.3. Reacción de los mercados de valores al anuncio de colapsos de plataformas de hielo.

En la Tabla 2.8 se muestra cómo reaccionan los mercados mundiales a estos anuncios detallado por países en los dos periodos analizados. Considerando el periodo comprendido entre 1995-2022, solo en Argentina y Reino Unidos los mercados financieros reaccionaron ante la publicación de la noticia (AR<sub>0</sub>), pero de forma positiva (Panel A y C de la Tabla 2.8). Analizando los resultados del periodo 2016-2022, el día del anuncio no se observa reacción alguna de los mercados evaluados, pero el día posterior Portugal reacciona con un AR del 1,69% (Panel C de la Tabla 2.8). Estos resultados sugieren que, en general, las noticias referidas al colapso de plataformas de hielo no influyen en los mercados ni el día del anuncio ni el día posterior. Respecto de los rendimientos anormales acumulados, se puede reportar que, considerando una ventana de 15 días, en Irlanda y Suecia los rendimientos disminuyen significativamente en un -2,77% y un -2,02%, respectivamente (Panel C de la Tabla 2.8), mientras que, en la ventana de 30 días, Estados Unidos y Dinamarca presentan pérdidas del -1% y del -3,02%, respectivamente (Panel B y C de la Tabla 2.8). Por otro lado, en Brasil y Perú se observan rendimientos anormales acumulados significativos y positivos del 7,37% y 6% (Panel A de la Tabla 2.8).

**Tabla 2.8.** Impacto de los mercados financieros a los anuncios de colapso de plataformas de hielo durante los periodos 1995-2022 y 2016-2022.

País	1995-2022					2016-2022				
	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>	AR <sub>0</sub>	AR <sub>1</sub>	CAR <sub>5</sub>	CAR <sub>15</sub>	CAR <sub>30</sub>
<b>Panel A: Latinoamérica</b>										
Argentina	1,16 <sup>b</sup> [2,06]	0,45 [0,61]	1,04 [0,62]	2,39 [1,02]	4,06 [1,03]	0,32 [0,29]	-1,48 [-0,17]	-6,12 <sup>b</sup> [-2,13]	-4,65 [-0,68]	-11,77 [-1,14]
Brasil	0,54 [0,50]	0,11 [0,13]	0,12 [0,08]	1,99 [0,96]	7,37 <sup>a</sup> [2,86]	0,65 [0,16]	0,01 [0,00]	0,33 [0,10]	0,8 [0,19]	8,04 [1,06]
Chile	0,23 [0,72]	-0,09 [-0,26]	1,08 [1,38]	1,14 [0,93]	1,15 [0,63]	1,11 [0,67]	0,52 [0,17]	1,77 [1,08]	2,41 [0,68]	3,32 [0,73]
Colombia	-0,27 [-0,75]	-0,39 [-0,71]	-1,17 [-1,32]	-1,29 [-0,79]	-1,39 [-0,60]	0,52 [0,23]	0,30 [0,13]	-0,95 [-0,39]	-1,29 [-0,38]	-1,99 [-0,38]
México	-0,16 [-0,26]	0,28 [0,61]	0,27 [0,39]	-0,96 [-1,03]	0,82 [0,49]	0,14 [0,14]	-0,10 [-0,13]	0,06 [0,03]	0,12 [0,05]	1,29 [0,25]
Perú	-0,02 [-0,06]	0,40 [0,61]	-0,28 [-0,24]	0,68 [0,34]	6,00 <sup>b</sup> [2,29]	-0,30 [-0,25]	-0,16 [-0,07]	-0,73 [-0,26]	-2,22 [-0,63]	8,95 <sup>c</sup> [1,76]
<b>Panel B: Norteamérica</b>										
Canadá	0,19 [0,49]	0,20 [0,39]	-0,91 [-1,51]	-0,06 [-0,08]	-0,50 [-0,43]	-0,64 [-0,13]	-0,05 [-0,04]	-1,23 [-1,26]	-1,12 [-0,82]	-2,71 [-1,12]
Estados Unidos	-0,21 [-1,40]	-0,11 [-0,57]	-0,30 [-0,89]	-0,84 [-1,59]	-1,00 <sup>c</sup> [-1,74]	-0,05 [-0,40]	-0,02 [-0,03]	-0,37 [-0,74]	-0,71 [-0,95]	-1,26 [-1,04]
<b>Panel C: Europa</b>										
Alemania	0,24 [0,44]	-0,37 [-0,72]	-0,33 [-0,50]	-2,00 [-1,59]	-1,98 [-1,14]	0,30 [0,41]	-0,06 [-0,00]	-1,22 [-1,25]	-3,19 [-1,53]	-2,69 [-0,82]
Austria	0,15 [0,24]	0,16 [0,22]	0,69 [0,92]	1,23 [0,960]	2,36 [1,18]	-0,50 [-0,62]	0,068 [0,00]	-0,38 [-0,16]	0,08 [0,03]	-1,36 [-0,36]
Bélgica	0,19 [0,45]	0,02 [0,11]	0,20 [0,41]	-0,18 [-0,178]	0,67 [0,47]	0,01 [0,01]	0,39 [0,29]	-0,40 [-0,47]	1,60 [1,05]	1,21 [0,41]
Dinamarca	0,34 [1,28]	0,09 [0,16]	0,71 [1,04]	-0,74 [-0,589]	-3,02 <sup>b</sup> [-2,33]	-0,08 [-0,19]	-0,53 [-0,33]	0,36 [0,24]	-0,63 [-0,23]	0,44 [0,12]
España	0,27 [0,67]	0,18 [0,38]	-0,19 [-0,30]	-0,83 [-0,682]	0,42 [0,24]	0,03 [0,04]	0,63 [0,34]	-0,35 [-0,31]	0,83 [0,34]	-1,36 [-0,35]
Finlandia	0,73 [1,47]	-0,36 [-0,63]	-0,53 [-0,68]	-2,19 [-1,399]	-2,08 [-0,93]	0,50 [0,88]	-0,30 [-0,31]	-0,35 [-0,37]	-2,66 [-1,27]	-2,55 [-0,68]
Francia	0,43 [1,36]	-0,25 [-0,85]	0,14 [0,23]	-0,70 [-0,661]	0,28 [0,17]	0,25 [0,44]	-0,03 [-0,01]	-0,58 [-0,57]	-2,01 [-0,98]	-1,79 [-0,49]
Países Bajos	0,16 [0,69]	0,00 [0,02]	-0,08 [-0,16]	-0,49 [-0,500]	0,12 [0,09]	0,04 [0,07]	0,29 [0,04]	-0,27 [-0,25]	0,34 [0,21]	-0,01 [-0,00]
Irlanda	0,12 [0,27]	-0,31 [-0,75]	-1,08 <sup>c</sup> [-1,89]	-2,77 <sup>b</sup> [-2,135]	-2,43 [-1,33]	-0,22 [-0,18]	-0,22 [-0,11]	-1,43 [-0,69]	-4,32 <sup>c</sup> [-1,71]	-2,74 [-0,68]
Italia	0,42 [0,85]	0,29 [0,41]	0,58 [0,58]	0,96 [0,669]	2,09 [1,06]	0,38 [0,21]	0,25 [0,03]	-0,11 [-0,04]	0,60 [0,22]	0,89 [0,20]
Portugal	0,57 [1,41]	0,32 <sup>c</sup> [1,90]	1,26 <sup>b</sup> [2,23]	1,61 [1,453]	1,00 [0,62]	0,15 [0,05]	1,69 <sup>a</sup> [2,61]	2,15 <sup>a</sup> [2,91]	2,33 [1,24]	0,02 [0,01]
Reino Unido	0,49 <sup>c</sup> [1,65]	-0,10 [-0,43]	-0,08 [-0,16]	0,57 [0,621]	1,13 [0,84]	0,33 [0,45]	-0,15 [-0,04]	-0,41 [-0,43]	-0,04 [-0,02]	-0,86 [-0,29]
Suecia	0,26 [0,86]	-0,48 [-1,34]	-0,43 [-0,84]	-2,02 <sup>c</sup> [-1,827]	-1,67 [-0,95]	0,03 [0,12]	-1,08 [-1,32]	-2,59 <sup>a</sup> [-3,74]	-4,48 <sup>a</sup> [-2,68]	-5,62 <sup>c</sup> [-1,75]
<b>Panel D: Asia</b>										
China	0,72 [0,88]	0,54 [0,69]	0,22 [0,18]	1,11 [0,486]	3,37 [1,42]	0,30 [0,07]	0,64 [0,29]	1,89 [0,31]	4,38 [0,77]	7,73 [1,33]
India	0,30 [0,56]	0,24 [0,47]	0,43 [0,38]	1,16 [0,590]	-0,41 [-0,21]	0,00 [-0,00]	0,41 [0,47]	0,20 [0,13]	1,79 [0,68]	-2,16 [-0,54]

**Nota:** a, b, c significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Todos los rendimientos anormales están expresados en porcentaje. El valor de la *t-Student* aparece entre corchetes.



En el periodo 2016-2022 observamos resultados mixtos, ya que mientras que en Argentina, Irlanda y Suecia se observan pérdidas en la riqueza de los accionistas en las ventanas analizadas, en Perú y Portugal los rendimientos aumentan en un 8,95% y 2,15% respectivamente (Panel A y C de la Tabla 2.8).

Aunque una de las principales señales de la gravedad del cambio climático global es el derretimiento de los glaciares y el colapso de las plataformas de hielo flotantes, fenómenos que, además, suponen un riesgo físico para las empresas, los resultados encontrados no respaldan la Hipótesis 5.

#### **2.5.4. Resumen de los resultados.**

La Tabla 2.9 muestra un resumen de la reacción estimada en los mercados financieros para los diferentes países de la muestra tanto para los eventos relacionados con los récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, causante del cambio climático, como de los sucesos relacionados con las consecuencias del mismo, récords de aumentos de temperatura y colapso de plataformas de hielo. El criterio utilizado para clasificar los distintos anuncios es el signo del rendimiento anormal y del rendimiento anormal acumulado y si éste es estadísticamente significativo o no al menos para un nivel de significatividad de al menos un 10%. Como se aprecia en la Tabla 2.9, los resultados muestran claramente que, en gran parte de los países analizados, no se observa una reacción significativa a los anuncios sobre récords de emisiones de CO<sub>2</sub> reportados por la NOAA, récords de temperatura publicados por la NASA y a las noticias de colapsos de plataformas de hielo informados por el NSIDC y la NASA.

En el caso de los anuncios de récords e hitos de concentraciones de CO<sub>2</sub> reportados por el NOAA, al menos el 87% de los países no reaccionan significativamente en ningún caso. Para la publicación de los récords de temperatura por parte de la NASA, los resultados de la Tabla 2.9 muestran que, con independencia de la ventana analizada y el periodo, un mínimo del 78% de países no muestran reacción significativa ante estos anuncios. Respecto a las noticias de los colapsos proporcionados por el NSIDC, los resultados muestran que, en general, la mayoría de los mercados financieros no reaccionan a esta información, ya que el 83% de los países analizados o más no presentan rendimientos anormales significativos en ningún periodo ni en ninguna de las ventanas contempladas.

Por el contrario, al observar los resultados obtenidos sobre los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> publicados por la WMO, evidenciamos reacciones negativas en la ventana de 15 días para el 39% de los países y del 57% de los países en la ventana de 30 días, considerando el periodo comprendido entre 1995-2022.

**Tabla 2.9.** Tipos de reacción a eventos extremos relacionados con el cambio climático.

	AR <sub>0</sub>		AR <sub>1</sub>		CAR <sub>5</sub>		CAR <sub>15</sub>		AR <sub>30</sub>	
	1995-2022	2016-2022	1995-2022	2016-2022	1995-2022	2016-2022	1995-2022	2016-2022	1995-2022	2016-2022
<b>Panel A: Concentraciones GEI NOAA</b>										
<b>Negativos</b>	13%	9%	4%	4%	0%	0%	0%	0%	9%	4%
<b>Positivos</b>	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>No signif.</b>	87%	91%	96%	91%	100%	100%	100%	100%	91%	96%
<b>Panel B: Concentraciones GEI WMO</b>										
<b>Negativos</b>	0%	0%	4%	4%	9%	4%	39%	4%	57%	17%
<b>Positivos</b>	4%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>No signif.</b>	96%	96%	96%	96%	91%	96%	61%	96%	43%	83%
<b>Panel C: Récorde de temperatura</b>										
<b>Negativos</b>	4%	9%	4%	0%	4%	13%	4%	13%	0%	9%
<b>Positivos</b>	13%	13%	9%	0%	13%	0%	4%	4%	0%	4%
<b>No signif.</b>	83%	78%	87%	100%	83%	87%	91%	83%	100%	87%
<b>Panel D: Colapso de plataformas de hielo</b>										
<b>Negativos</b>	0%	0%	0%	0%	4%	9%	9%	9%	9%	4%
<b>Positivos</b>	9%	0%	4%	4%	4%	4%	0%	0%	9%	4%
<b>No signif.</b>	91%	100%	96%	96%	91%	87%	91%	91%	83%	91%

**Nota:** Los eventos son clasificados como “negativo” o “positivo” en función del signo del AR o CAR siempre que éste sea estadísticamente significativo al menos al 10%. Si el evento no es estadísticamente significativo, se clasifica como “No signif.”.

## 2.6. Discusión de los resultados

En contraste con la literatura actual, que se enfoca principalmente en el impacto que tienen los eventos relacionados a regulaciones, políticas y desastres medioambientales, en este trabajo hemos cambiado el foco de atención al impacto en los mercados financieros de noticias relacionadas con el principal causante del cambio climático, siendo este el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, junto con el análisis de eventos extremos derivados del mismo, a saber, los récords de temperatura y los colapsos de las plataformas de hielo. El estudio de la reacción del mercado ante este tipo de eventos permite cuantificar la capacidad de los mercados bursátiles para pronosticar estas señales como un aumento de los riesgos físicos y de transición que se convertirán en mayores costes futuros para las empresas. En este sentido, nuestra investigación aporta una nueva dimensión a la literatura relacionada con el cambio climático al medir la reacción de los mercados bursátiles ante anuncios de eventos extremos en países americanos, europeos y asiáticos.

### ***Concentraciones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>)***

Las concentraciones de los GEI han aumentado en las últimas décadas llegando a récords históricos, siendo el resultado del crecimiento económico y demográfico. Los esfuerzos realizados por las naciones han sido desiguales. Así, mientras la Unión Europea se ha comprometido en mayor medida y ha implementado cambios que permitan su reducción, regiones emergentes latinoamericanas y asiáticas, han propiciado este crecimiento desde 1990. Las consecuencias ya son evidentes y afectan a todo el planeta; las inundaciones, las sequías y los desastres naturales son cada vez más frecuentes y más intensos además de las afectaciones sociales que traen consigo estos cambios.

Economías como China e India y de países europeos se han comprometido a lograr cero emisiones netas en las próximas décadas, lo que obliga a las empresas a reducir sus emisiones de GEI en sus operaciones. Estas prácticas suponen un riesgo de transición para las empresas y pueden generar una disminución en la riqueza de los accionistas, ya que las empresas deberían invertir en operaciones más costosas pero amigables con el medioambiente.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio sugieren que, aunque no en todos los países de la muestra, en más de la mitad de los mercados analizados, los anuncios sobre récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> se interpretan como señales de mayores costes futuros asociados a políticas de mitigación más comprometidas, además de mayores inversiones en tecnologías verdes y probables cambios en las preferencias hacia una economía verde. Además, los resultados muestran claramente que los mercados reaccionan en mayor medida a los anuncios de la Organización Meteorológica Mundial que a los efectuados por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos. Creemos que una de las causas de estos resultados es que la WMO es una agencia especializada de las Naciones Unidas para la cooperación internacional y sus noticias tienen mayor seguimiento que las noticias del NOAA. Considerando el periodo completo, el 9% de las naciones reaccionaron a los anuncios del NOAA en la ventana de 30 días, mientras que el 57% lo hace a los anuncios de la WMO también de forma negativa. Tomando como fecha de referencia el Acuerdo de París y reduciendo el periodo de análisis a 2016-2022, en la ventana de 30 días se sigue observando que una mayor cantidad de países sigue reaccionando en mayor medida a los anuncios de la WMO (17%) que a los anuncios del NOAA (4%).

Respecto a los anuncios del NOAA solo se observan reacciones negativas y menores al 1% en el mercado chileno, mexicano y chino en el día del anuncio. Estos resultados pueden

suscitarse debido a que, aunque no soporten el mismo riesgo de transición que los países europeos, los países emergentes tienden a verse más afectados por las consecuencias del calentamiento global como resultado del aumento de las concentraciones de los GEI. No obstante, cuando se analiza el periodo tras el Acuerdo de París que supone compromisos importantes para controlar las emisiones de GEI (2016-2022) los únicos países que reaccionan son Dinamarca y Países Bajos, pero de forma mínima. En relación a los anuncios publicados por la WMO, en general en las 4 regiones estudiadas la riqueza de los accionistas no varía el día del anuncio ni el día posterior, obteniendo similares resultados en el periodo 2016-2022, pero al observar el efecto en el valor de las acciones en una ventana de 30 días, los resultados muestran que el 57% de los países presentan rendimientos anormales acumulados negativos. Aunque en principio podría presuponerse que son las empresas de los países europeos las soportan un mayor riesgo de transición, ya que encontramos una respuesta negativa y significativa en algo más de la mitad de estos (9 de 13), también muestran caídas significativas países emergentes (latinoamericanos e India) y Canadá. La valoración negativa en el periodo tras la entrada en vigor del acuerdo de París, y aunque este acuerdo supuso compromisos de lucha frente a la emisión de GEI para los países firmantes, es menos evidente ya que solamente en 6 países de los 23 de la muestra se obtiene un CAR negativo y significativo. A la vista de los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la Hipótesis 1 dado que los resultados no son concluyentes, ya que en general no se observa reacción alguna el día del evento ni el día posterior, pero en más de la mitad de los países se observan rendimientos anormales acumulados negativos significativos en la ventana de 30 días.

Debido al liderazgo de la Unión Europea en la reducción de las emisiones de GEI, los anuncios de aumentos de las concentraciones provocarían que tomase medidas más radicales para llegar a la neutralidad antes del tiempo pactado, por lo cual las empresas europeas reaccionarían en mayor medida que las americanas y asiáticas dado que se impondrían mayores regulaciones para reducir sus emisiones. Los resultados obtenidos muestran que al analizar las medianas, existen diferencias significativas entre los países europeos y no europeos para los efectos acumulados en los 15 y 30 días a partir del anuncio, aunque solamente tras la entrada en vigor del acuerdo de París, por lo que aceptaríamos en parte la Hipótesis 2 durante este período.

### **Récords de temperatura**

Una de las consecuencias que trae consigo los aumentos de las emisiones de gases de efecto invernadero son los aumentos de temperatura que están teniendo impactos en la

economía de los países. Bansal et al. (2016) manifiestan que la temperatura tiene un efecto negativo en el valor de las acciones dado el impacto que tienen los riesgos climáticos en el crecimiento económico. Nuestros hallazgos empíricos muestran que solo 8 de los 23 países estudiados respondieron significativamente a los anuncios de récords de temperatura cuando se considera el periodo completo, de los que el 75% reaccionó de forma positiva. De la misma forma, al analizar los datos desde la entrada en vigor del Acuerdo de París los resultados muestran que solo 9 países reaccionaron a estos eventos, el 44 % de forma positiva, por lo que, analizando los dos periodos muestrales, la evidencia permite rechazar la Hipótesis 3 que establece que cuando se anuncian los récords de temperatura habrá una valoración negativa en los mercados debido al efecto en el crecimiento económico y al riesgo físico que supone para las empresas. Además, como señal evidente del cambio climático, los récords e hitos de temperatura no podrían desligarse del riesgo de transición.

Los resultados encontrados no son los esperados puesto que, como se ha mencionado, un incremento de temperatura implica un menor crecimiento económico, además de afectaciones en la calidad de vida de la población que puede afectar el desempeño empresarial y representar un riesgo físico para las empresas. Además, varios estudios manifiestan que la temperatura tiene una influencia negativa en los retornos de las acciones (Bansal et al., 2016; Yan et al., 2022), por lo cual, esperaríamos que los mercados reaccionasen de forma negativa cuando se anuncian récords de temperatura dado que cada vez es más cálida. Una posible explicación a estos resultados es que el flujo de información meteorológica podría anticipar la consecución de nuevos récords de temperaturas anuales. Como consecuencia, su publicación habría sido anticipada, en cierta medida, por los mercados financieros, no produciéndose reacciones significativas en el momento de su anuncio.

Dado que el aumento de la temperatura afecta en mayor medida al crecimiento económico de los países en desarrollo que se ubican en zonas más cálidas (Pretis et al., 2018; Tan et al., 2021), se propuso la Hipótesis 4, que plantea que los anuncios de récords de temperatura afectan en mayor medida a los países del hemisferio sur que a los del norte. Aplicando la prueba no paramétrica de Mann Whitney para muestras independientes, en los dos periodos analizados se obtuvo que, o no existen diferencias significativas entre las medianas de los rendimientos anormales acumulados de los países ubicados en el hemisferio sur y norte o que en el caso de encontrarlas muestran que son los mercados financieros de los países del hemisferio norte los que sufren mayores caídas en su valor rechazando de esta manera la Hipótesis 4.

## **Colapsos de plataformas de hielo**

Los colapsos de las plataformas de hielo son una consecuencia derivada del cambio climático, y sus desprendimientos pueden ocasionar aumentos en el nivel del mar que en el futuro inmediato tendrá un impacto en el crecimiento económico de los países, en especial en los que están cerca de las zonas costeras, por lo cual sus anuncios se asociarían a futuros riesgos para la economía y a un riesgo físico para las empresas que se reflejarían en el valor de las acciones.

Nuestros hallazgos muestran claramente que en los dos periodos analizados más del 60% de los países estudiados no reaccionan a estos eventos en ninguna de las ventanas evaluadas. Al considerar el periodo 1995-2022, solo el 39% de los países reaccionaron al menos en una ventana, donde más de la mitad lo hizo de forma positiva, mientras que al considerar desde que entra en vigor el Acuerdo de París solamente se observan rendimientos anormales o rendimientos anormales acumulados significativos en al menos 1 ventana en el 22% de los mercados financieros estudiados, de las cuales el 60% reacciona de forma positiva. Por ende, rechazamos la Hipótesis 5.

Una interpretación de estos resultados es que las empresas no asocian los colapsos de las plataformas con eventos que perjudicarían en el futuro sus actividades. Por el contrario, ciertos sectores podrían verse beneficiados como lo manifiesta Anttila-Hughes (2016) que al analizar las empresas del sector energético, obtienen resultados positivos los días de los anuncios, concluyendo que esto puede deberse a que los colapsos generarían una disminución en los costes para acceder a ciertas zonas para la extracción de combustibles fósiles, lo que permitirá en el futuro reducir los costes respecto a su producción, mejorando el valor de las empresas extractivas.

## **2.7. Conclusiones**

En la actualidad las empresas se están enfrentando a altos costes medioambientales a causa del calentamiento global. Parte de estos costes están asociados a políticas de mitigación, readaptación en sus operaciones y cambio en el uso de energías altamente emisoras de carbono a energías más limpias, lo que ha tenido repercusiones en el desempeño de las empresas y en la riqueza de los inversores. La literatura enfocada en eventos medioambientales y su impacto en la riqueza de los accionistas se ha centrado especialmente en temas sobre regulaciones y políticas, noticias respetuosas y dañinas con el medioambiente, membresía voluntaria en programas ambientales, divulgación voluntaria, noticias sobre reducciones de emisiones, desastres y violaciones

medioambientales (Birindelli & Chiappini, 2021). En definitiva, las empresas se enfrentan a unos crecientes riesgos de transición y, por ende, a unos mayores costes de transición. Además, las empresas se enfrentan a mayores costes derivados de los riesgos físicos que suponen las consecuencias del cambio climático (inundaciones, incremento en el nivel del mar, incendios forestales, sequías, etc.) sobre la actividad económica de las mismas y en la pérdida de valor de sus activos.

Esta investigación contribuye a la literatura analizando tres tipos de noticias medioambientales extremas (concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, récords de temperatura y colapsos de plataformas de hielo) y su impacto en las Bolsas de Valores de países latinoamericanos, europeos, asiáticos y norteamericanos, con el objetivo de identificar si la riqueza de los accionistas se ve afectada por estos sucesos.

En primer lugar, nuestros resultados muestran que las noticias de récords de concentraciones de GEI (específicamente concentraciones de CO<sub>2</sub>) inciden negativamente en algo más de la mitad de los mercados bursátiles de los países estudiados en especial las noticias reportadas por la Organización Meteorológica Mundial cuando se analiza una ventana de 30 días tras el anuncio. Esto puede ser debido a que los inversores concluyen que los gobiernos impondrán mayores restricciones respecto a las emisiones de GEI, lo cual puede aumentar los costes de las empresas y afectar sus flujos de caja. En segundo lugar, a pesar de que investigaciones previas manifiestan que los aumentos de temperatura inciden negativamente en el precio de las acciones, nuestros resultados muestran que gran parte de los países estudiados no reaccionaron a estos eventos, y los que reaccionaron lo hicieron mayormente de forma positiva. Esto puede deberse a que previamente ya se ha informado sobre los meses más cálidos registrados por lo que cuando las noticias de los récords anuales de temperatura llegan al mercado, estas ya han sido descontadas en su mayor parte.

Finalmente, respecto a los anuncios de colapsos de plataforma de hielo, menos del 40% de los países estudiados presentaron rendimientos anormales significativos, y más de la mitad fueron reacciones positivas. Este resultado llama la atención, dado que el derretimiento y colapso de las plataformas es un aspecto clave en la comprensión de que el cambio climático es una realidad. Además, este proceso trae consigo problemas a las comunidades, en especial a las costeras, debido a los posibles incrementos en el nivel del mar, lo que ocasionaría desplazamientos y pérdidas económicas, en especial de zonas dependientes de la agricultura.

En resumen, nuestra investigación revela que los mercados bursátiles de todo el mundo no muestran reacciones significativas a los riesgos físicos, posiblemente porque es más probable que los efectos asociados se manifiesten a largo plazo. Por el contrario, sí observamos una reacción amplia y significativa a eventos directamente relacionados con posibles políticas de mitigación sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Este trabajo es una primera aproximación al estudio de cómo los mercados bursátiles internacionales valoran los eventos relacionados con el cambio climático. Somos conscientes de que el trabajo presenta ciertas limitaciones al incluir solamente dos países asiáticos en el análisis y no incluir otras economías relevantes en la región asiática. Dado que no hay un patrón claro de las reacciones encontradas, una clara extensión del presente trabajo consistiría en realizar un análisis por países, de tal forma que pudiéramos analizar qué características influyen en la reacción de los mercados (estabilidad política, nivel de riqueza, nivel de innovación, emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, etc.).

## Referencias

- Alsaifi, K., Elnahass, M., & Salama, A. (2020). Market responses to firms' voluntary carbon disclosure: Empirical evidence from the United Kingdom. *Journal of Cleaner Production*, 262. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121377>
- Andrews, O., Le Quéré, C., Kjellstrom, T., Lemke, B., & Haines, A. (2018). Implications for workability and survivability in populations exposed to extreme heat under climate change: a modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 2(12), e540–e547. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30240-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30240-7)
- Anttila-Hughes, J. K. (2016). Financial market response to extreme events indicating climatic change. *The European Physical Journal*, 538, 527–538. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2015-50098-6>
- Bansal, R., Kiku, D., & Ochoa, M. (2016). Price of Long-Run Temperature Shifts in Capital Markets. *National Bureau of Economic Research*, August, 55. <http://www.nber.org/papers/w22529.pdf>
- Bassis, J. N. (2020). Crevasse analysis reveals endangered ice shelves. *Nature*, 584, 527–528.
- Basu, R., & Samet, J. M. (2002). Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*, 24(2), 190–202. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxf007>
- Benn, D. I., & Sugden, D. E. (2020). West Antarctic ice sheet and CO<sub>2</sub> greenhouse effect: a threat of disaster. *Scottish Geographical Journal*, 136(1–4), 13–23. <https://doi.org/10.1080/14702541.2020.1853870>
- Birindelli, G., & Chiappini, H. (2021). Climate change policies: Good news or bad news for firms in the European Union? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(2), 831–848. <https://doi.org/10.1002/csr.2093>



- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307–327. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bourdeau-Brien, M., & Kryzanowski, L. (2020). Natural disasters and risk aversion. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 177, 818–835. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.07.007>
- Capelle-Blancard, G., & Laguna, M. A. (2010). How does the stock market respond to chemical disasters? *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(2), 192–205. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2009.11.002>
- Çetin, A. P. M., & Ecevit, A. P. E. (2015). Urbanization, Energy Consumption and CO2 Emissions in Sub-Saharan Countries: A Panel Cointegration and Causality Analysis. *Journal of Economics and Development Studies*, 3(2). <https://doi.org/10.15640/jeds.v3n2a7>
- Climate Action Tracker. (2021). *China overall rating*. Climate ActionTracker. <https://climateactiontracker.org/countries/china/#:~:text=We estimate China's emissions to,back of its recent policies.>
- Climate Central. (2012). *Report: Can U.S. Carbon Emissions Keep Falling?* Climate Central,. <https://www.climatecentral.org/news/report-can-us-carbon-emissions-keep-falling-15058>
- Colacito, R., Hoffmann, B., & Phan, T. (2019). Temperature and Growth: A Panel Analysis of the United States. *Journal of Money, Credit and Banking*, 51(2–3), 313–368. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12574>
- Cook, A. J., & Vaughan, D. G. (2010). Overview of areal changes of the ice shelves on the Antarctic Peninsula over the past 50 years. *Cryosphere*, 4(1), 77–98. <https://doi.org/10.5194/tc-4-77-2010>
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66–95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), 740–798. <https://doi.org/10.1257/jel.52.3.740>
- Donadelli, M., Jüppner, M., Riedel, M., & Schlag, C. (2017). Temperature shocks and welfare costs. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 82, 331–355. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2017.07.003>
- European Council. (2014). 2030 Climate and Energy Policy Framework. Euco 169/14. In *European Council* (Issue October). [https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf](https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf)
- Fisher-Vanden, K., & Thorburn, K. S. (2011). Voluntary corporate environmental initiatives and shareholder wealth. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(3), 430–445. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2011.04.003>
- Förster, H., Nissen, C., Siemons, A., Renders, N., Dael, S., Sporer, M., Tomescu, M., & European Environment Agency. (2021). *Trends and projections in Europe 2021*. (Issue 13).
- 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>

- Hayhoe, K., Cayan, D., Field, C. B., Frumhoff, P. C., Maurer, E. P., Miller, N. L., Moser, S. C., Schneider, S. H., Cahill, K. N., Cleland, E. E., Dale, L., Drapek, R., Hanemann, R. M., Kalkstein, L. S., Lenihan, J., Lunch, C. K., Neilson, R. P., Sheridan, S. C., & Verville, J. H. (2004). Emissions pathways, climate change, and impacts on California. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(34), 12422–12427. <https://doi.org/10.1073/pnas.0404500101>
- IPCC. (2019). Calentamiento Global de 1,5 °C. In *Intergovernmental Panel on Climate Change*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- IPCC. (2021). El cambio climático es generalizado, rápido y se está intensificando. In *Intergovernmental Panel on Climate Change*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC\\_WGI-AR6-Press-Release-Final\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release-Final_es.pdf)
- Jacobs, B. W., Singhal, V. R., & Subramanian, R. (2010). An empirical investigation of environmental performance and the market value of the firm. *Journal of Operations Management*, 28(5), 430–441. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.01.001>
- Jain, A., Sullivan, R. O., & Taraz, V. (2020). Temperature and economic activity : evidence from India. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/21606544.2020.1727776>
- Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review of Public Health*, 29, 41–55. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843>
- Lee, S., Park, Y., & Klassen, R. (2015). Market responses to firms' voluntary climate change information disclosure and carbon communication. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/csr.1321>
- Maamoun, N. (2019). The Kyoto protocol: Empirical evidence of a hidden success. *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, 227–256. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.04.001>
- Matthews, T. K. R., Wilby, R. L., & Murphy, C. (2017). Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(15), 3861–3866. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617526114>
- McMichael, A. J., Wilkinson, P., Kovats, R. S., Pattenden, S., Hajat, S., Armstrong, B., Vajanapoom, N., Niciu, E. M., Mahomed, H., Kingkeow, C., Kosnik, M., O'Neill, M. S., Romieu, I., Ramirez-Aguilar, M., Barreto, M. L., Gouveia, N., & Nikiforov, B. (2008). International study of temperature, heat and urban mortality: The “ISOTHURM” project. *International Journal of Epidemiology*, 37(5), 1121–1131. <https://doi.org/10.1093/ije/dyn086>
- Mercer, J. H. (1978). West Antarctic ice sheet and CO2 greenhouse effect: a threat of disaster. *Nature*, 271(5643), 321–325. <https://doi.org/10.1080/14702541.2020.1853870>
- Naciones Unidas (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

- Naciones Unidas (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (Vol. 61702). <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Naciones Unidas (2015a). *Acuerdo de París*. Naciones Unidas. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>
- Naciones Unidas (2015b). *Objetivo 14 Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-14-conservar-y-utilizar-sosteniblemente-los-oceanos-los-mares-y-los-recursos-marinos-para#:~:text=Los océanos y los mares son esenciales para el bienestar,150 naciones costeras e insulares.>
- Naciones Unidas. (2021). *Financiación climática*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/climate-finance>
- Nelson, H. T., von Hippel, D., Peterson, T., & Garagulagian, R. (2016). The Great Recession or progressive energy policies? Explaining the decline in US greenhouse gas emissions forecasts. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(3), 480–500. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1017042>
- Organización Meteorológica Mundial. (2021a). *2021: uno de los siete años más cálidos jamás registrados, según datos consolidados por la Organización Meteorológica Mundial*. Organización Meteorológica Mundial. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/2021-uno-de-los-siete-años-más-cálidos-jamás-registrados-según-datos>
- Organización Meteorológica Mundial. (2021b). *Un año más, las concentraciones de gases de efecto invernadero volvieron a batir todos los récords*. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/un-año-más-las-concentraciones-de-gases-de-efecto-invernadero-volvieron>
- Osobajo, O. A., Otitoju, A., Otitoju, M. A., & Oke, A. (2020). The impact of energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19), 1–17. <https://doi.org/10.3390/SU12197965>
- Pollard, D., & Deconto, R. M. (2016). Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise. *Nature*, 531(7596), 591–597. <https://doi.org/10.1038/nature17145>
- Prakash, R., Matsumura, E. M., & Vera-Munoz, S. C. (2012). Voluntary Disclosures and the Firm-Value Effects of Carbon Emissions. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1921809>
- Pretis, F., Schwarz, M., Tang, K., Hausteine, K., & Allen, M. R. (2018). Uncertain impacts on economic growth when stabilizing global temperatures at 1.5°C or 2°C warming. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2119). <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0460>
- Pycroft, J., Abrell, J., & Ciscar, J. C. (2016). The Global Impacts of Extreme Sea-Level Rise: A Comprehensive Economic Assessment. *Environmental and Resource Economics*, 225–253. <https://doi.org/10.1007/s10640-014-9866-9>
- Rafaj, P., Amann, M., Siri, J., & Wuester, H. (2014). Changes in European greenhouse gas and air pollutant emissions 1960-2010: Decomposition of determining factors. *Climatic Change*, 124(3), 477–504. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0826-0>
- Resnik, D. B. (2016). Climate Change: Causes, Consequences, Policy, and Ethics. In C. Macpherson (Ed.), *Bioethical Insights into Values and Policy*. *Public Health Ethics*

- Analysis* (Vol. 4, pp. 47–58). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26167-6>
- Rokhmawati, A., Sathye, M., & Sathye, S. (2015). The Effect of GHG Emission, Environmental Performance, and Social Performance on Financial Performance of Listed Manufacturing Firms in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211(September), 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.061>
- Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J. F., Volz, U., & Edwards, N. R. (2021). Low-carbon transition risks for finance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.1002/wcc.678>
- Sharma, S. S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, 88(1), 376–382. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.07.022>
- Tan, L., Zhou, K., Zheng, H., & Li, L. (2021). Revalidation of temperature changes on economic impacts: a meta-analysis. *Climatic Change*, 168(1–2), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03213-x>
- Tørstad, V. H. (2020). Participation, ambition and compliance: can the Paris Agreement solve the effectiveness trilemma? *Environmental Politics*, 29(5), 761–780. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1710322>
- United Nations Environment Programme. (2020). *The Closing Window Climate crisis calls for rapid transformation of societies*. <https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2019/>
- United States Environmental Protection Agency. (2022). *No Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks*. EPA. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>
- Vincent, W. F. (2001). Ice-shelf collapse, climate change, and habitat loss in the Canadian high Arctic. *Polar Record*, 37(201), 133–142.
- Wagner, M., Schaltegger, S., & Wehrmeyer, W. (2001). The relationship between the environmental and economic performance of firms: What does theory propose and what does empirical evidence tell us? *Greener Management International*, 34(34), 95–108.
- Wang, A., & Lin, B. (2017). Assessing CO2 emissions in China's commercial sector: Determinants and reduction strategies. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1542–1552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.058>
- Wei, T., Yang, S., Moore, J. C., Shi, P., Cui, X., Duan, Q., Xu, B., Dai, Y., Yuan, W., Wei, X., Yang, Z., Wen, T., Teng, F., Gao, Y., Chou, J., Yan, X., Wei, Z., Guo, Y., Jiang, Y., ... Dong, W. (2012). Developed and developing world responsibilities for historical climate change and CO2 mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(32), 12911–12915. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203282109>
- Wu, N., Xiao, W., Liu, W., & Zhang, Z. (2022). Corporate climate risk and stock market reaction to performance briefings in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 53801–53820. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19479-2>
- Yan, Y., Xiong, X., Li, S., & Lu, L. (2022). Will temperature change reduce stock returns? Evidence from China. *International Review of Financial Analysis*, 81(January), 102112. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102112>

Yao, C., Feng, K., & Hubacek, K. (2015). Driving forces of CO<sub>2</sub> emissions in the G20 countries: An index decomposition analysis from 1971 to 2010. *Ecological Informatics*, 26(P1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.02.003>



**Capítulo 3. Determinantes del  
comportamiento de los mercados  
bursátiles mundiales ante los  
anuncios de récords de  
concentraciones de CO<sub>2</sub>**





### 3.1. Introducción

En las últimas décadas los temas medioambientales han atraído fuertemente la atención debido a la repercusión que tiene el calentamiento global en la sociedad y en la economía. El mundo se ha visto expuesto a grandes cambios desde el punto de vista social, ya que se ha generado un aumento de los índices de mortalidad, de morbilidad y el desplazamiento de comunidades; y desde el punto de vista ambiental, ya que existe una mayor cantidad de inundaciones, sequías, pérdida de la diversidad, olas de calor, reducción de espacio para el cultivo, salinización, aumentos del nivel del mar, acidificación de los océanos y desertificación, entre otros (IPCC, 2014). Estos problemas han traído consigo costes a los gobiernos para mitigar los daños que conllevan estas situaciones, pero también ha supuesto que las empresas se enfrenten a nuevos riesgos. Además del riesgo físico asociado a las pérdidas en el valor de las empresas derivadas de las consecuencias del cambio climático en su actividad, las empresas se ven sometidas al riesgo de transición, derivado de las regulaciones ambientales impuestas por los gobiernos y de las exigencias de los grupos de interés respecto a actuaciones empresariales ambientalmente más responsables que supone aumentos en los costes de las empresas asociados a la puesta en práctica de políticas de mitigación en sus sistemas de producción, invirtiendo en tecnologías para contribuir y cumplir con las diferentes regulaciones aprobadas por organizaciones y estados.

La principal causa del calentamiento global y, por ende, de los problemas descritos son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que han aumentado a un nivel preocupante. A pesar de que a nivel internacional se han desarrollado diversos acuerdos como el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, estos no han sido lo suficientemente ambiciosos dado que las emisiones de gases de efecto invernadero han ido en aumento desde 1990, en particular las del CO<sub>2</sub>. Esto se debe principalmente a que solo ciertas naciones han cumplido con sus compromisos de emisiones a través de promulgaciones de leyes nacionales o regionales que permitan cumplir con lo pactado, como es el caso de la Unión Europea, que ha reducido sus emisiones de CO<sub>2</sub> en un 24% desde 1990, mientras que otras economías como las emergentes se han enfocado solo en el crecimiento económico sin tener en cuenta las repercusiones ambientales, desarrollando leyes que no penalizan a las industrias contaminantes causantes de esta degradación.

Son varios los factores que la literatura señala como causantes del deterioro medioambiental. Diversas investigaciones han manifestado que aspectos tales como la globalización, el desarrollo financiero, el crecimiento económico, la densidad de la

población y las innovaciones inciden, en mayor o menor medida, en las emisiones de CO<sub>2</sub> causantes del calentamiento atmosférico y, por tanto, del cambio climático. Aunque algunos trabajos establecen una relación significativa entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y los factores anteriormente citados, no se ha llegado a un consenso en el signo de la relación (Acheampong, 2018; Al-Mulali et al., 2015; Destek, 2020; Khan & Ullah, 2019; Phong et al., 2018; Tamazian et al., 2009; Zafar et al., 2019).

Debido a la importancia y repercusión que tienen las emisiones de CO<sub>2</sub> en la economía, en el capítulo anterior se analizan, entre otros, el impacto sobre los mercados bursátiles de los anuncios relacionados con récords globales de concentraciones de CO<sub>2</sub>, reportados por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés), obteniendo que el 57% de los 23 países de la muestra presentaron rendimientos anormales acumulados significativos y negativos en una ventana de 30 días tras el anuncio. De estos países, dos de ellos son países latinoamericanos, 9 europeos además de India y Canadá, sin encontrar un patrón geográfico que permita entender estos resultados. Tomando como referencia los anteriores resultados, en este capítulo profundizamos en la investigación, con el objetivo de identificar cuáles son los determinantes de la reacción de los mercados financieros ante los anuncios de los récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>, que se toman como subrogado del riesgo de transición. Concretamente, se estudia la relación de la globalización, el crecimiento económico, el desarrollo financiero y las políticas de cambio climático con el impacto detectado en los mercados financieros de los 23 países que conforman la muestra.

Nuestros resultados muestran de forma clara que existen dos factores que inciden en la magnitud de la reacción de los mercados bursátiles, el nivel de globalización y las políticas climáticas del país. Respecto al primer factor, obtenemos que los países más globalizados tienden a reaccionar en menor medida a los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> de la WMO. Esto puede deberse a dos razones. Por un lado, a una mayor preocupación por parte de aquellos países más globalizados respecto a los temas medioambientales que ha supuesto en los últimos años mejorar la eficiencia en sus sistemas productivos aplicando procesos tecnológicos innovadores que han mejorado la eficiencia energética de las empresas, lo que puede haber supuesto que los anuncios estudiados repercutan en menor medida en la percepción de los inversores sobre el riesgo de transición en empresas que ya han asumido parte de los costes derivados de este riesgo, reduciendo, por tanto, el impacto en el valor de los mercados. Por otro lado, otra explicación a este resultado podríamos encontrarla en que los países más globalizados han logrado exportar sus emisiones de CO<sub>2</sub> a otros mercados (*Pollution Haven*

*Hypothesis*), por lo que los anuncios no tendrían efectos sobre estos dado que no contribuyen a las emisiones de forma directa.

El segundo factor que incide en la magnitud de los rendimientos anormales es la política climática. Los resultados muestran que existe una relación negativa y significativa, esto es, cuando los países cuentan con mayores regulaciones y políticas ambientales nacionales e internacionales, mayor es la pérdida de valor que se recoge en dichos mercados bursátiles. Este resultado sí que está directamente conectado con el riesgo de transición, ya que se podría inferir que los gobiernos con políticas más estrictas establecerán más restricciones que incrementarán los costes de las empresas, afectando el precio de las acciones en el corto plazo.

Los resultados obtenidos en este capítulo son de interés porque muestran la relación existente entre las variables macroeconómicas con la medida en que se ven impactados los mercados bursátiles ante las noticias de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, causa principal del cambio climático. Nuestra investigación es de gran relevancia tanto para los entes públicos como privados, ya que les permitirá tomar decisiones que no perjudiquen en gran medida a los inversores, ya que estos resultados permitirán a los gobiernos analizar el uso de incentivos a través de la aplicación de políticas a las industrias más contaminantes para que implementen innovaciones de forma gradual que no generen un impacto negativo sobre su rentabilidad.

El resto del capítulo está organizado de la siguiente manera. La Sección 3.2 proporciona una breve descripción de los antecedentes y las hipótesis planteadas. La Sección 3.3 describe la muestra y los factores explicativos. La Sección 3.4 explica los modelos utilizados. La Sección 3.5 analiza los principales resultados y la discusión de los mismos y la Sección 3.6 presenta las conclusiones.

### **3.2. Antecedentes y desarrollo de hipótesis**

En los últimos 30 años las emisiones de GEI han aumentado en un 50% aproximadamente desde 1990, siendo las causas de este incremento, entre otras, el crecimiento económico, la globalización, el desarrollo financiero y la ineficiencia de las políticas climáticas (Bu et al., 2016; Phong & Ozturk, 2020; Wang et al., 2019; Yao et al., 2015).

En el Capítulo 2 obtuvimos evidencia de una reacción negativa y significativa en más de la mitad de los países de la muestra ante anuncios por parte de la WMO de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Esta evidencia está en línea con investigaciones previas que concluyen que existe un efecto negativo en los rendimientos de los mercados financieros

cuando se divulga información sobre el carbono (Alsaifi et al., 2020; Lee et al., 2015), ya que los aumentos de CO<sub>2</sub> representan mayores costes relacionados con medidas de control de las actividades productivas de las empresas (Prakash et al., 2012). Asimismo, trabajos como el de Jadiyappa & Krishnankutty (2022) señalan que “los mercados bursátiles valoran negativamente la ineficiencia energética de las empresas, mostrando que el costo de la ineficiencia se traduce en menores ganancias contables y también puede conducir a una menor valoración en los mercados” (p. 674).

Varios autores han puesto de manifiesto que un alto nivel de globalización, de desarrollo financiero y de crecimiento económico son indicadores de un mayor nivel de desarrollo de un país, pero la asociación con estas variables también implica una repercusión en la degradación ambiental debido al aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Adams & Acheampong, 2019; Al-Mulali et al., 2015; Boutabba, 2014; Bu et al., 2016; Destek, 2020; Kalaycı & Hayaloğlu, 2019; Khan & Ullah, 2019; Phong et al., 2018; Sehrawat et al., 2015), ya que las actividades productivas han generado un mayor uso de energía. Por el contrario, otros autores indican que existe una menor degradación cuando mayores son estos factores (Acheampong, 2018; Anees et al., 2019; Chen et al., 2019; Shahbaz et al., 2017; Tamazian et al., 2009; Zafar et al., 2019; Zaidi et al., 2019), debido a que la apertura de los mercados ha permitido importar tecnologías de producción más amigables con el medioambiente (Mehmood & Tariq, 2020), accediendo a mercados con tecnologías más eficientes en materia energética, lo que ha permitido reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Dentro del contexto anterior, nuestro objetivo en el presente capítulo es estudiar si las variables macroeconómicas identificadas en la literatura explican la diferente reacción de los mercados bursátiles ante anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>, extendiendo las relaciones encontradas en la literatura entre las variables macroeconómicas citadas anteriormente y el nivel de emisiones. En línea con investigaciones previas (Bolton & Kacperczyk, 2020, 2021) que toman las emisiones de carbono de las empresas como subrogado del riesgo de transición, en este estudio extrapolamos este análisis a un enfoque global y tomamos a los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera como un indicador del riesgo de transición, dado que los anuncios pueden traer consigo que los países evalúen la posibilidad de implementar un mayor número de políticas destinadas a limitar las emisiones, generando que las empresas se enfrenten a costes de transición para descarbonizar sus sistemas de producción y adoptar prácticas ambientalmente más responsables.

### **3.2.1. Globalización y crecimiento económico**

En las últimas décadas la globalización ha tomado una gran relevancia debido a la integración económica, social y política que se ha dado a través de la revolución tecnológica y la reducción de las fronteras geográficas (Guttal, 2007). Específicamente se ha prestado gran atención a la globalización económica, que se ha caracterizado por la oportunidad que se tiene de desarrollar actividades más allá de los límites domésticos a otros mercados alrededor del mundo, aumentando de esta forma el comercio internacional y la movilidad de recursos financieros. Pero existen, además, otros dos aspectos de la globalización que tienen gran relevancia, que son el social y el político. El primero encierra tres puntos, a saber: las relaciones interpersonales, los flujos de información y la proximidad cultural; y el segundo se refiere al nivel de cooperación política, siendo un indicador sobre la aceptación de un gobierno de la influencia y recursos de entes y gobiernos extranjeros con motivos políticos o sociales (Gygli et al., 2019).

La relación entre la globalización, el crecimiento económico y el medioambiente es un tema que se ha estudiado en los últimos años, aunque se ha llegado a resultados dispares. La producción masiva asociada tanto a la globalización como al crecimiento económico ha afectado a los ecosistemas a través de la contaminación de la atmósfera y océanos, agotamiento de la capa de ozono, deterioro de la biodiversidad y pérdida de los recursos (Kalaycı & Hayaloğlu, 2019). Lograr expandir la industrialización ha demandado un aumento en el consumo de energía, lo que a su vez ha disminuido la calidad ambiental a través del aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> (Shahbaz et al., 2018).

Como resultado de este análisis varios estudios muestran que existe una relación directa entre las variables globalización y emisiones de CO<sub>2</sub>, manteniendo que la aceleración de la primera ha generado un aumento de la segunda y, por ende, de la degradación ambiental. A todo esto ha contribuido el incremento de la inversión extranjera directa, la apertura comercial y la ineficiencia energética (Bu et al., 2016; Destek, 2020; Kalaycı & Hayaloğlu, 2019; Khan & Ullah, 2019). En la misma línea, la literatura también se ha enfocado en analizar la incidencia del crecimiento económico, medido a través del PIB per cápita, en el aumento de las emisiones de GEI, particularmente del CO<sub>2</sub> por ser el mayor contribuyente. En Vietnam Phong et al. (2018) manifiestan que el crecimiento económico aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub>, destacando que “el crecimiento económico puede generar efectos desfavorables sobre la calidad ambiental inducidos por un aumento en el consumo de energía como canal de transmisión de actividades socioeconómicas incrementales” (p. 275). Estos resultados son apoyados por Adams & Acheampong (2019) en un estudio realizado en países de la región Subsahariana.

Dado que los riesgos derivados del cambio climático son cada vez mayores, los inversores prestan mayor atención a las consecuencias que traen consigo, por consiguiente, los países con altos niveles de emisiones de CO<sub>2</sub>, pueden enfrentar una percepción de riesgo más elevada por parte de los inversores. Esto se debe a que el aumento de las emisiones a nivel global puede llevar a los países a considerar la posibilidad de implementar regulaciones más rigurosas, para contribuir a su disminución, que pueden acarrear mayores costes a las empresas, lo que a su vez tendría un impacto negativo en el precio de sus acciones.

Por otro lado, nuevas corrientes de la literatura indican que la globalización puede mejorar la calidad ambiental de las economías a través de nuevas tecnologías y su transferencia a países emergentes, así como el incremento en el uso de energía renovables. Es de esta forma que Shahbaz et al. (2017) examinan el impacto de la globalización en las emisiones de CO<sub>2</sub> en China y sus resultados muestran que existe una relación inversa, dado que las emisiones decrecen gracias a las mejoras tecnológicas que contribuyen a la mejora de la calidad ambiental. Asimismo, Chen et al (2019) encuentran que en Europa Central y Oriental la globalización tiene un impacto negativo con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los mismos resultados se observan en los países de Cooperación Económica Asia-Pacífico (Zaidi et al., 2019), y en India (Wan et al., 2022).

Respecto al crecimiento económico, parte de la literatura muestra una relación inversa entre el PIB per cápita y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Acheampong (2018) encuentra en Latinoamérica y el Caribe una relación negativa entre las dos variables, permitiendo concluir que una economía que prospere logrará mejorar el cuidado del medioambiente a través de la implementación de tecnologías y el uso de energías renovables argumentando que “las políticas estructurales, que también apuntan a aumentar el crecimiento económico mundial, mejorarán la calidad del medioambiente” (p. 685).

Una explicación alternativa pero consistente con una relación inversa entre globalización y crecimiento económico y degradación del medioambiente, medido a través de las emisiones de CO<sub>2</sub>, es la *Pollution Haven Hypothesis*. Esta teoría mantiene que la globalización ha favorecido que los países con industrias intensivas en carbono tiendan a trasladar estas industrias a países emergentes que cuentan con leyes de protección ambiental más laxas (Akbostanci et al., 2007).

Dado que la globalización ha permitido a las empresas integrar paulatinamente en sus operaciones tecnologías respetuosas con el medioambiente y acceso a energías renovables, que han permitido reducir las emisiones de carbono, o en el caso que hayan

exportados sus emisiones a países con regulaciones más laxas, los anuncios sobre altos niveles de concentraciones de CO<sub>2</sub> no tendrían un efecto sobre el precio de las acciones, ya que su contribución ha sido relativamente baja a la cantidad total de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, lo que los expone a riesgos de transición más bajos y, en consecuencia, a menores costes. De acuerdo con la literatura referente a la relación entre globalización y crecimiento económico con el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, por extensión podemos suponer que habrá una relación entre estos factores y el nivel de reacción de los mercados financieros ante los anuncios de los récords de concentraciones. Dado que no hay consenso en la literatura sobre el signo de la relación, las hipótesis que proponemos son las siguientes:

*H1: El nivel de globalización de un país influye en la reacción de los mercados bursátiles ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>.*

*H2: El crecimiento económico de un país influye en la reacción de los mercados bursátiles ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>.*

### **3.2.2. Desarrollo financiero**

Existen dos perspectivas relacionadas con el desarrollo financiero de un país y su impacto medioambiental. La primera sostiene que un sólido desarrollo financiero puede conducir a una mayor degradación ambiental, dado que el acceso a financiación a menores costes puede estimular un crecimiento industrial más acelerado y un aumento en el consumo de energía que termina afectando a la calidad ambiental. La segunda perspectiva argumenta que a medida que incrementa la disponibilidad de financiación, las empresas están más dispuestas a invertir en fuentes de energías más limpias y tecnologías amigables con el medioambiente que conducen a una reducción de las emisiones. Bajo este enfoque, el desarrollo financiero puede actuar como un impulsor para la transición hacia una economía más sostenible.

En los últimos años, se han llevado a cabo numerosos estudios para analizar la relación existente entre el desarrollo financiero y la degradación medioambiental en diferentes países, aunque discrepan en las conclusiones. Por un lado, un conjunto de investigaciones concluye que el desarrollo financiero puede incrementar las emisiones de CO<sub>2</sub> de las naciones. Esta conclusión ha sido alcanzada por Boutabba (2014) y Sehrawat et al. (2015) en India, Zhang (2011) en China, y Al-Mulali et al. (2015) en 23 países Europeos. Una posible explicación a este resultado es que un mayor desarrollo financiero atrae mayor inversión extranjera a menores costes de financiación (Zhang, 2011), lo que permitirá invertir en un mayor número de proyectos a base de carbono que aumentará el consumo

de energía y por ende las emisiones de CO<sub>2</sub>. El aumento de las emisiones puede llevar a que los gobiernos impongan medidas para restringir las actividades a base de carbono y fomentar aquellas más amigables con el medioambiente, relacionadas al riesgo de transición. Esto podría ser percibido por los inversores como un aumento de los costes y reducción de los flujos de efectivo asociados a actividades de monitoreo y mitigación, lo que a su vez podría afectar el precio de las acciones.

Por otro lado, diversos autores han llegado a la conclusión de que el desarrollo financiero supone una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y, en consecuencia, una menor degradación medioambiental. Estos resultados son apoyados por Anees et al. (2019) en Países del Foro Cooperación de Asia Pacífico en el periodo 1990-2016, por Tamazian et al. (2009) en Brasil, Rusia, India y China (BRIC) en el periodo 1992-2004 y Zafar et al. (2019) en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) en el periodo 1990-2014. Una posible interpretación de estos resultados es que las instituciones financieras otorgan prioridad a la financiación de empresas con proyectos amigables con el medioambiente. Además, los gobiernos pueden crear políticas que ofrezcan financiación a bajo costo, con el propósito de estimular a las empresas que utilizan grandes cantidades de energía inviertan en tecnologías de ahorro, lo que mejoraría la rentabilidad de las compañías y, por ende, su valor de mercado (Jadiyappa & Krishnankutty, 2022). En este contexto, dado que el desarrollo financiero impulsa la adopción de tecnologías amigables con el medioambiente con financiación asequible, facilitando la transición a una economía baja en carbono, el anuncio de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> no tendrían un efecto significativo en el valor de las acciones, ya que estas empresas contribuyen en menor medida al incremento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera por lo que se enfrentarán a bajos riesgos de transición y por ende menores costes para limitar aún más sus emisiones.

Dado que las investigaciones no han llegado a un consenso y los resultados de la literatura no son consistentes, no podemos suponer una dirección de los resultados, por lo cual proponemos la siguiente hipótesis no direccional:

*H3: El desarrollo financiero de un país influye en la reacción de los mercados bursátiles ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>*

### **3.2.3. Políticas climáticas**

En las últimas décadas ha ido en aumento la preocupación de los países desarrollados y emergentes sobre las consecuencias que trae consigo el cambio climático tanto a nivel ecológico como social. Según datos proporcionados por el Grupo Intergubernamental de



Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés, la actividad humana es la responsable de gran parte del calentamiento global, por lo que es necesario promulgar leyes y normativas más estrictas a nivel nacional e internacional para mitigar el daño causado (IPCC, 2013). Los países parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se han comprometido a cumplir con los objetivos planteados en los Acuerdos Internacionales como el Acuerdo de París, por lo que en los últimos años en ciertas naciones se ha aumentado el rigor de las políticas nacionales para que las empresas se esfuercen en limitar sus emisiones.

Wang et al. (2019) ponen de manifiesto que las regulaciones ambientales más severas conducirían a las empresas a la innovación tecnológica, generando un aumento en la demanda de tecnología limpia reduciendo así el uso de aquellas intensivas en carbono. También Wolde-Rufael & Weldemeskel (2020) indican que las normativas y regulaciones ambientales rigurosas pueden incentivar a las empresas a adquirir tecnologías respetuosas con el medioambiente con el objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, concluyendo así en su estudio realizado en los BRIICTS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China, Turquía y Sudáfrica) que cuanto más severas son las políticas ambientales, menor es la degradación ambiental a través de las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En esta línea Angelis & Giacomo (2019) concluyen que regulaciones ambientales estrictas reducen las emisiones de carbono, en particular en países de la Unión Europea cuando entra en vigor el Protocolo de Kioto, sugiriendo que las políticas son efectivas al reducir los daños ambientales.

Estudios previos han analizado el impacto de las políticas climáticas en los mercados de valores. Entre estos podemos mencionar el realizado por Guo et al. (2019) en el mercado chino que muestran que los mercados financieros reaccionan de forma negativa a las regulaciones ambientales, destacando que las leyes ambientales más estrictas generan una respuesta más negativa en el mercado que aquellas regulaciones menos restrictivas. Esto se debe a que las políticas más fuertes conllevan mayores responsabilidades y sanciones legales contra las empresas contaminadoras.

En la misma línea, Birindelli & Chiappini (2021) investigan si las políticas para combatir el cambio climático afectan a la riqueza de los inversores en la Unión Europea, resaltando que cuando se adopta el “Plan de Acción para el Planeta” varios sectores reaccionaron negativamente, en particular, los sectores de bienes de consumo discrecional, industrial y de servicios de utilidad pública. Además, al analizar la adopción de la política “Un planeta limpio para todos”, que posee una visión para alcanzar una economía climáticamente

neutra, observan que el sector de servicios de utilidad pública es el que presenta una mayor reacción negativa, al igual que el sector de consumo discrecional.

Schütze et al. (2020) revelan que las perspectivas de los inversores acerca de una regulación ambiental más rigurosa están vinculadas con la política climática internacional en algunos países, y destacan que los inversores cuentan con información sobre cómo las empresas se verán impactadas por esta regulación. Por ello, aquellas empresas cuyo desempeño ambiental es deficiente aumentarán sus costes de transición en el caso de que se impongan políticas ambientales nacionales severas, lo que afectará los flujos de la empresa y este resultado se reflejará en el precio de las acciones, por lo cual se plantea la siguiente hipótesis:

*H4: La política climática influye negativamente en la reacción de los mercados bursátiles ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>*

### 3.3. Muestra y factores explicativos

#### 3.3.1. Muestra

Tomando como base los resultados obtenidos en el capítulo anterior, en este capítulo nos centramos en los anuncios sobre récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> publicados por la Organización Meteorológica Mundial desde 2016 hasta 2021 detallados en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Anuncios de récords de emisiones de CO<sub>2</sub> publicados por la WMO.

<b>WMO</b>	<b>Fecha de publicación</b>
Récord 2015	24/10/2016
Récord 2016	30/10/2017
Récord 2017	20/11/2018
Récord 2018	25/11/2019
Récord 2019	23/11/2020
Récord 2020	25/10/2021

**Fuente:** Organización Meteorológica Mundial

En la estimación del impacto de los anuncios recogidos en la Tabla 3.1 se controla por otros anuncios relacionados con eventos climáticos globales que tienen lugar en el horizonte temporal contemplado. En concreto, se emplean los anuncios de crecimiento e hitos de concentraciones de GEI de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), los récords de temperatura publicados por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) y, por último, los colapsos de plataformas de hielo informados por el Centro de Datos

Nacional sobre Nieve y Hielo (NSIDC, por sus siglas en inglés) y la NASA descritos en el capítulo anterior. En la Tabla 3.2 se muestran los anuncios relativos a estos eventos.

**Tabla 3.2.** Anuncios de crecimiento e hitos de concentraciones de GEI, récords de temperatura y colapsos de plataformas de hielo.

Temperatura	Fecha de publicación	NOAA	Fecha de publicación	Colapsos	Fecha de publicación
Récord 2015	20/01/2016	Récord 2007	29/10/2008	Larsen A	27/02/1995
Récord 2016	17/01/2017	Hito climático CO <sub>2</sub>	10/05/2013	Larsen B	18/03/2002
Récord 2017	18/01/2018	Récord 2015	09/03/2016	Ward Hunt	24/09/2003
Récord 2018	06/02/2019	Hito climático CO <sub>2</sub>	18/05/2016	Ayles	13/08/2005
Récord 2019	15/01/2020	Récord 2016	10/03/2017	Wilkins	25/03/2008
Récord 2020	14/01/2021	Hito climático CO <sub>2</sub>	07/06/2018	Larsen C	12/07/2017
		Récord 2018	22/03/2019		
		Hito climático CO <sub>2</sub>	04/06/2019		
		Hito climático CO <sub>2</sub>	14/08/2020		
		Récord 2020	07/04/2021		

**Fuente:** Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica; Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio y Centro de Datos Nacional sobre Nieve y Hielo

**Tabla 3.3.** Países constituyentes e índices bursátiles empleados (entre paréntesis)

Europa	Latinoamérica	Norteamérica	Asia
Alemania (DAX 30)	Países Bajos (AEX)	Argentina (MSCI)	Canadá (MSCI)
Austria (ATX)	Irlanda (ISEQ)	Brasil (MSCI)	Estados Unidos (MSCI)
Bélgica (BEL 20)	Italia (MIB)	Chile (MSCI)	India (MSCI)
Dinamarca (OMX Copenhagen)	Portugal (PSI 20)	Colombia (MSCI)	
España (IBEX 35)	Reino Unido (FTSE 100)	México (MSCI)	
Finlandia (OMX Helsinki)	Suecia (OMX Stockholm)	Perú (MSCI)	
Francia (CAC 40)			

**Nota:** A efectos de este estudio, consideramos a México dentro de la región latinoamericana.

Los mercados bursátiles analizados son los correspondientes a 6 países latinoamericanos, 2 norteamericanos, 13 europeos y 2 asiáticos, tal y como se muestra en la Tabla 3.3, en la

que además se detalla el índice bursátil de referencia de cada país que se ha utilizado en el estudio. De acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2023a), en la Tabla 3.3 los países europeos y norteamericanos se clasifican como economías avanzadas, mientras que los países latinoamericanos y asiáticos entrarían en la clasificación de economías emergentes y en desarrollo.

### 3.3.2. Factores explicativos

En el capítulo previo de esta Tesis se obtiene que los anuncios de la WMO de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> impactan, en general, en la riqueza de los accionistas, ya que en el 57% de los países analizados (13 de 23) se obtuvieron rendimientos anormales acumulados negativos y significativos. Entre estos países encontramos tanto norteamericanos, europeos, latinoamericanos como asiáticos sin hallar, en principio, un patrón que relacione los resultados obtenidos en función de la zona geográfica donde se ubica cada uno de los países de la muestra y el distinto nivel de compromiso frente al cambio climático de los países estudiados. Por ello consideramos de especial relevancia estudiar si factores macroeconómicos de los que la literatura señala relacionados con la degradación medioambiental y las emisiones de CO<sub>2</sub> inciden en la magnitud de la respuesta de los mercados financieros de los diferentes países ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> y, lo que es más interesante, dada la falta de consenso existente en la literatura respecto al signo de la relación de algunos de estos factores con la degradación medioambiental, la dirección de esta reacción.

Como ya se ha mencionado, diversas investigaciones han puesto de manifiesto, que factores como la globalización, el crecimiento económico, el desarrollo financiero y la política climática de un país inciden en el nivel de emisiones de GEI. Tomando como punto de partida estas investigaciones, hemos tomado como referencia estos factores para determinar cómo influyen en la magnitud de los rendimientos anormales. Como subrogado de cada uno se toman las siguientes medidas:

- El índice de globalización proporcionado por el Instituto Económico Suizo KOF, mide las dimensiones económicas, sociales y políticas de la globalización, y se calcula mediante la combinación de los índices *de facto* y *de jure*. Las medidas *de facto* incluyen variables que representan flujos y actividades, mientras que las medidas *de jure* abarcan las políticas que facilitan dichos flujos. Para obtener el índice final de globalización, ya sea *de facto* o *de jure*, se combinan los índices de globalización económica, social y política. La dimensión económica abarca la globalización comercial (comercio de bienes y servicios, diversidad de socios

comerciales) y financiera (inversión extranjera directa, portafolio de inversiones, deuda y reservas internacionales), la globalización social incluye tres aspectos: el contacto personal, los flujos de información y la proximidad cultural, y finalmente la globalización política que mide la cooperación política (Gygli et al., 2019).

- El PIB *per cápita* medio proporcionado por el Banco Mundial, que mide el crecimiento económico de cada país.
- El índice de desarrollo financiero del Fondo Monetario Internacional, que mide la profundidad, el acceso y la eficiencia de las instituciones y mercados financieros de cada país, considerando aspectos como el tamaño, la liquidez, la capacidad para acceder y brindar servicios financieros a bajos costes, así como el grado de actividad de los mercados de capitales (FMI, 2023b).
- El indicador de política climática del German Watch, que mide el desempeño de cada país respecto a la implementación de políticas climáticas a nivel nacional y su implicación en la diplomacia climática a nivel internacional. El índice cubre los avances en los marcos de políticas que fomenten el uso de energías renovables, el aumento de la eficiencia energética y cualquier acción para reducir las emisiones de GEI. En relación al Acuerdo de París, se evalúa el grado de compromiso respecto a las contribuciones determinadas a nivel nacional de cada país, así como su progreso hacia el cumplimiento de los objetivos establecidos, además, se evalúa el desempeño de los países en las conferencias de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Burck et al., 2022).

### 3.4. Metodología

Para examinar si las características propias de cada país inciden en la magnitud de los rendimientos anormales acumulados para una ventana de 30 días de cada uno de los anuncios sobre récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> descritos en la Tabla 3.1, se propone un modelo de estimación que se recoge en la expresión (3.1).

$$CAR_{ik} = \alpha + \sum_{l=2}^L X_{lik} + \mu_{ik} \quad (3.1)$$

donde  $CAR_{ik}$  es el rendimiento anormal acumulado del país  $i$  para el anuncio del suceso  $k$  ( $k = 1$  a  $6$ ) de la Tabla 3.1,  $X_{lik}$  recoge las variables explicativas del país  $i$  en el año de publicación del anuncio  $k$ , y toma como referencia los siguientes descriptores:  $IG_{ik}$  que es

el índice de globalización del país  $i$  en el año de publicación del anuncio  $k$ ,  $PIB_{ik}$  que es el PIB per cápita del país  $i$  en el año de publicación del anuncio  $k$ ,  $DF_{ik}$  que es el índice de desarrollo financiero del país  $i$  en el año de publicación del anuncio  $k$ , y  $PC_{ik}$  que es el índice de política climática que cubre los marcos políticos a nivel nacional e internacional en el país  $i$  en el año de publicación del anuncio  $k$ . Para reducir la influencia de observaciones atípicas en la expresión (3.1) se utilizó el logaritmo natural del PIB per cápita y del índice de globalización.

La estimación del modelo (3.1) se ha llevado a cabo utilizando la técnica de datos de panel. En el proceso del análisis de regresión, se ha aplicado el test de Hausman, que arrojó que el modelo de efectos fijos es la elección más apropiada para abordar los diversos análisis propuestos en el estudio, con un nivel de significatividad del 1%. Además, durante el análisis se identificaron problemas de multicolinealidad dado que se obtuvo un factor de inflación de la varianza VIF (por sus siglas en inglés) de 178,25, entre las variables globalización, crecimiento económico y desarrollo financiero. Con el fin de mitigar estos problemas se ha procedido a la ortogonalización de las variables como se recoge en la expresión (3.2) y (3.3), lo que ha dado lugar a la creación de nuevas variables que no presentan correlaciones entre sí. Este proceso se efectuó empleando los residuos obtenidos de la regresión realizada entre aquellas que presentan una relación a través del método de mínimos cuadrados ordinarios sobre datos apilados, lo que ha permitido mejorar la robustez del análisis realizado.

$$PIB_{it} = a + bIG_{it} + v_{it} \quad (3.2)$$

$$DF_{it} = a + bIG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.3)$$

De acuerdo a los modelos explicados previamente, las nuevas variables no se derivan de la ortogonalización de todas las variables del modelo, sino únicamente de aquellas que presentan una alta correlación.

Con el fin de estimar la variable dependiente  $CAR_{ik}$  de la expresión (3.1), que es el rendimiento anormal acumulado en una ventana de 30 días de cada uno de los anuncios de los récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> en cada uno de los años en los que se publican y para cada uno de los países de la muestra, se emplea la expresión (3.4) corrigiendo por el modelo de Heterocedasticidad Condicional Auto Regresiva Generalizada, GARCH (1,1). El modelo se ha estimado en el horizonte temporal que abarca desde el 01 de enero de 2016 hasta el 3 de diciembre del 2021.

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + \sum_{j=1}^3 \gamma_{ij} D_{jt} + \sum_{k=1}^6 \varphi_{ik} W_{kt} + \mu_{it} \quad (3.4)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha u_{t-1}^2 + \rho \sigma_{t-1}^2,$$

donde la variable dependiente  $R_{it}$  es el rendimiento del índice del país  $i$  en el día  $t$ ,  $R_{Mt}$  es el rendimiento diario del índice mundial de *Morgan Stanley Capital International* (MSCI),  $W_{kt}$  es una variable ficticia que toma el valor  $1/T$  (con  $T = 30$ ) el día de la publicación ( $t_0$ ) de cada uno de los  $k$  sucesos recogidos en la Tabla 3.1 y los 29 días posteriores a dicha fecha ( $t_0, t_0 + 29$ ) y 0 en cualquier otro caso. El coeficiente  $\varphi_{ik}$  es la estimación del rendimiento anormal acumulado en una ventana de 30 días ( $t_0, t_0 + 29$ ) para cada uno de los anuncios sobre récords de concentraciones de  $\text{CO}_2$  publicados por el WMO ( $CAR_{ik}$ ) y para cada uno de los países de la muestra. Con el fin de controlar por otros eventos climáticos globales que pudieran tener impacto en el valor de las empresas, se introduce la variable  $D_{jt}$  que es una variable ficticia que toma el valor de  $1/T$  (con  $T = 30$ ) para cada fecha ( $t_0$ ) de los eventos de cada suceso  $j$  recogidas en la Tabla 3.2, y los 29 días posteriores a dichas fechas ( $t_0, t_0 + 29$ ) y cero en cualquier otro caso, siendo  $j$  los récords de aumentos de temperatura, colapsos de plataformas de hielos, y los récords de concentraciones de GEI reportados por el NOAA.

### 3.5. Resultados y discusión

En la Tabla 3.4 se muestran los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas como subrogados de los factores explicativos. Puede observarse que, en promedio, las economías avanzadas están más globalizadas y tienen mayores índices de crecimiento económico y de desarrollo financiero que aquellas clasificadas como emergentes y en desarrollo. A pesar de que en materia de política climática también se observa que en promedio poseen una media más alta, debe tenerse en cuenta que en los años 2020 y 2021 Estados Unidos se ha situado en uno de los últimos lugares en el *ranking* de política climática con una valoración menor que el grupo de economías emergentes y en desarrollo. Por otra parte, cabe destacar el amplio rango que presenta el índice de política climática en ambos grupos de países, pero especialmente en el grupo de países con economías avanzadas.

**Tabla 3.4.** Estadística descriptiva de las variables explicativas

<b>Panel A: Todas las regiones</b>					
<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Globalización (IG)	4.37	4.44	0.13	4.11	4.51
PIB per cápita (PIB)	10.06	10.54	0.94	7.45	11.39
Desarrollo Financiero (DF)	0.65	0.661	0.17	0.28	0.92
Política climática (PC)	11.2	11.397	3.22	0.56	19.74
<b>Panel B: Países emergentes y en desarrollo</b>					
<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Globalización (IG)	4.21	4.19	0.07	4.11	4.34
PIB per cápita (PIB)	8.92	9.06	0.60	7.45	9.57
Desarrollo Financiero (DF)	0.47	0.414	0.12	0.28	0.67
Política climática (PC)	10.41	10.79	2.61	3.12	16.20
<b>Panel C: Países desarrollados</b>					
<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Globalización (IG)	4.46	4.47	0.03	4.41	4.51
PIB per cápita (PIB)	10.66	10.71	0.312	9.88	11.39
Desarrollo Financiero (DF)	0.75	0.72	0.09	0.61	0.92
Política climática (PC)	11.48	11.70	3.39	0.56	19.74

Los resultados del análisis de datos de panel del modelo recogido en la expresión (3.1) se muestran en la Tabla 3.5, donde se muestra diferentes especificaciones del modelo que recoge las variables explicativas. El detalle de la reacción de los mercados bursátiles de los países que conforman nuestra muestra ( $CAR_{ik}$ ) estimada mediante la expresión (3.2) se recogen en la Tabla 3.1A (véase el Anexo). En las siete especificaciones presentadas, las únicas variables estadísticamente significativas son el índice de globalización ( $IG_{ik}$ ), presentando siempre un signo positivo, y el índice de políticas climáticas ( $\overline{PC}_i$ ) que cubre los marcos políticos a nivel nacional e internacional, presentando en todos los casos un signo negativo.

Enlazando estos resultados con las hipótesis planteadas en la Sección 2, aceptaríamos la Hipótesis 1 puesto que la globalización ha resultado ser un factor significativo en la reacción de los mercados bursátiles ante los anuncios por parte de la WMO de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Nuestros resultados nos permiten ser más específicos en cuanto al signo de esta relación ya que en todas las especificaciones del modelo encontramos una relación positiva. Esto sugiere, por un lado, que los países más globalizados, con el paso del tiempo y gracias a la revolución tecnológica y la reducción de las fronteras, han podido acceder poco a poco a tecnologías más amigables con el medioambiente, lo que ha



permitido mejorar la eficiencia energética. Por otro lado, otra posible interpretación vendría dada por la *Pollution Haven Hypothesis*, que plantea que los países más globalizados han logrado exportar sus industrias intensivas en carbono a otras regiones geográfica emergentes que cuentan con políticas ambientales más laxas. Estos resultados implican que en los países más globalizados, los inversores percibirían menores costes de transición como consecuencia de los incrementos de las concentraciones de CO<sub>2</sub>.

Dados los resultados obtenidos en todos los modelos respecto de la variable que mide el crecimiento económico del país (PIB per cápita), esto es, ausencia de significación en las estimaciones, rechazamos la Hipótesis 2 que hacía referencia a que el crecimiento económico del país es un factor determinante de la reacción de los mercados bursátiles ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Una posible interpretación es que, a pesar de que la literatura establece que existe una relación entre el crecimiento económico de los países y el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, la gobernanza de un país puede mitigar el impacto del crecimiento económico sobre la degradación del medioambiente, a través de la implementación de leyes y políticas (Ifelunini et al., 2023). Respecto al desarrollo financiero de un país, se puede observar claramente que en ninguno modelos analizados la variable es estadísticamente significativa. Por esta razón, rechazamos la Hipótesis 3 que propone que el desarrollo financiero de un país incide en la reacción de los mercados bursátiles. Una explicación de estos resultados es que el desarrollo financiero no incide directamente en la degradación ambiental de un país, tal y como concluyen Ozturk & Acaravci (2013), quienes no encuentran conexión entre estas dos variables.

**Tabla 3.5.** Factores determinantes de la reacción de los mercados bursátiles ante el anuncio de récords de emisiones de CO<sub>2</sub>. Análisis con datos de panel.

<b>Características</b>	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>	<b>Modelo 3</b>	<b>Modelo 4</b>	<b>Modelo 5</b>	<b>Modelo 6</b>	<b>Modelo 7</b>
Intercepto	-15.7582*** [-6.38]	-14.3012*** [-3.34]	-10.1938** [-2.49]	-16.3940*** [-5.93]	-13.4327*** [-3.37]	-11.3164** [-2.60]	-14.0773*** [-3.34]
Globalización (IG)	3.5920*** [6.39]	3.2642*** [3.34]	2.3256** [2.49]	3.7356*** [5.95]	3.0638*** [3.38]	2.5821** [2.60]	3.2093*** [3.35]
PIB per cápita (PIB)			-0.1167 [-0.95]		-0.0937 [-0.74]	-0.1177 [-0.97]	-0.0932 [-0.75]
Desarrollo Financiero (DF)		0.3377 [1.48]		0.2004 [1.06]		0.3396 [1.60]	0.1992 [1.17]
Política climática (PC)	-0.0044** [-2.13]			-0.0042* [-1.90]	-0.0045** [-2.37]		-0.0044** [-2.09]
<i>F – test</i>	21.80***	6.00***	5.28**	15.12***	18.53***	5.54***	14.74***
<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	0.2585	0.1248	0.1184	0.2604	0.2609	0.1282	0.2628

**Nota:** \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. El valor de la *t*-Student aparece entre corchetes.

Finalmente, las políticas climáticas son un factor claramente relacionado con los costes de transición que soportan las empresas, ya que uno de los objetivos principales de los países es alcanzar lo pactado en acuerdos internacionales respecto a la reducción de las emisiones de GEI en la atmósfera, lo que urge a los gobiernos a implementar regulaciones ambientales más rigurosas. Por lo tanto, al analizar la variable política climática encontramos que existe una relación negativa y significativa en todos los modelos presentados, es decir, que los mercados financieros de países con una regulación climática más exigente sufren una pérdida de valor debido a los mayores costes de transición asociados a estas regulaciones, lo que nos conduciría a aceptar la Hipótesis 4. Algunos de estos costes de transición que descuenta el mercado estarían relacionados con la adquisición de tecnologías amigables con el medioambiente, asimismo con un número mayor de sanciones que pueden afectar la rentabilidad de las empresas. Nuestros resultados están en la línea de otros estudios que han demostrado que los mercados financieros reaccionan negativamente a las regulaciones climáticas.

### **3.6. Conclusiones**

Según datos de la Organización Meteorológica Mundial (2021), en el año 2020 se registró un nuevo récord de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, con un aumento de la tasa anual superior al promedio de la última década, observando que la concentración del dióxido de carbono alcanzó las 413,2 partes por millón, y un incremento del 149% en comparación los niveles preindustriales, siendo uno de los principales causantes de la degradación ambiental que pone en peligro a la humanidad.

El aumento de las emisiones ha generado que en la actualidad las empresas se enfrenten a altos costes derivados de los riesgos de transición asociados a la implementación de políticas medioambientales, cambios tecnológicos y cambios en la preferencia de los grupos de interés, que tienen como finalidad buscar una economía baja en carbono (Semieniuk et al., 2021). Por una parte, las empresas afrontarán una mayor intervención gubernamental para restringir sus emisiones lo que resultará en una disminución de la productividad, que afectará a su nivel de ingresos, ocasionando una pérdida del valor de la empresa. Por otro lado, este proceso implica mayores costes asociados a una mayor eficiencia energética, introducción de tecnologías bajas en carbono, inversión en energía renovables y mayores costes de endeudamiento.

En el capítulo dos de la presente Tesis, se ha concluido que los anuncios de récord de concentraciones de CO<sub>2</sub> reportados por la Organización Meteorológica Mundial inciden de forma negativa y significativa en más de la mitad los mercados bursátiles analizados,

presentando rendimientos anormales acumulados significativos y negativos en gran parte de los mercados americanos, europeos y asiáticos, pero no se ha observado una tendencia clara en los resultados respecto a la región geográfica donde se ubicaban. En el presente capítulo, profundizamos en el comportamiento de los mercados bursátiles ante los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> por parte de la WMO con el fin de determinar si varios de los factores macroeconómicos que la literatura relaciona con las emisiones de CO<sub>2</sub> de los diferentes países (globalización, crecimiento económico, desarrollo financiero, y políticas climáticas) pueden explicar la respuesta de los mercados bursátiles a estos anuncios.

Nuestros resultados señalan como factores relevantes para explicar la reacción de los mercados financieros de los países de la muestra al compromiso del país en cuanto a políticas climáticas y el grado de globalización del mismo. Respecto de las políticas climáticas, el comportamiento de los mercados financieros refleja en el valor de las empresas los costes de transición descontando posibles regulaciones futuras más severas. Iraldo et al. (2011) indican que “la visión tradicionalista de la economía ambiental neoclásica argumenta que el propósito de la regulación ambiental es corregir las externalidades negativas y que, en consecuencia, la regulación ambiental, al internalizar los costes de la externalidad negativa, corrige una falla del mercado, mientras carga a las empresas con costes adicionales” (p 215). Esto es, los diferentes esfuerzos para mitigar el cambio climático a través de la imposición de regulación ambiental por parte de los países, que genera un aumento de los costes de las empresas lo que repercutiría en una menor competitividad. Por otra parte, una regulación correctamente elaborada puede crear una presión que incentive la innovación dentro de las empresas. Aquellos países que han impuesto medidas más estrictas respecto a la lucha contra el cambio climático, a través de la implementación de leyes y normativas, podrían adelantar sus objetivos de reducción de GEI a un periodo menor, lo que provocaría que las empresas implementen cambios de forma inmediata aumentando sus costes, lo que repercutiría en el precio de las acciones. Además, las empresas podrían estar sujetas a sanciones financieras en el caso de no cumplir los mandatos de los gobiernos. Estos resultados se encuentran alineados con Kennard (2020), que encuentra que los rendimientos anormales son significativos y negativos cuando se anuncia una propuesta de ley ambiental, como resultado de los costes de la regulación.

Por otro lado, respecto de la relevancia de la globalización del país en la respuesta de los mercados financieros a los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>, existen dos posibles explicaciones. Por un lado, el transcurso del tiempo ha permitido a los países más

globalizados innovar en sus procesos, mejorando su eficiencia energética y su rentabilidad y, por ende, su valor de mercado. Por otro lado, otra posible explicación hace referencia a la *Pollution Haven Hypothesis*, por la que ciertos países con industrias altamente contaminantes, para evitar comprometer sus resultados a través de políticas de reducción, migrarían sus industrias intensivas en carbono a países emergentes cuyas leyes ambientales son más laxas o nulas (Akbostanci et al., 2007), por lo que en los países más globalizados, las empresas asumirían menores costes de transición y, en consecuencia, los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> causarían una menor pérdida de valor en estas empresas.

A conocimiento de los autores, esta es la primera investigación que analiza el impacto que tienen las variables macroeconómicas en la magnitud de los rendimientos anormales de los índices bursátiles cuando se anuncian noticias de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, somos conscientes de que nuestro estudio presenta limitaciones dado que solo tomamos como referencia los índices bursátiles de China e India sin considerar otros países de la región asiática. Por lo que futuras investigaciones pueden incluir una extensión de la muestra asiática e incorporar otros continentes como África y Oceanía, y profundizar en la investigación haciendo un análisis por sectores económicos.

## Referencias

- Acheampong, A. O. (2018). Economic growth , CO 2 emissions and energy consumption : What causes what and where? *Energy Economics*, 74, 677–692. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.022>
- Adams, S., & Acheampong, A. O. (2019). Reducing carbon emissions : The role of renewable energy and democracy. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118245>
- Akbostanci, E., Tunç, G. I., & Türüt-Aşık, S. (2007). Pollution haven hypothesis and the role of dirty industries in Turkey's exports. *Environment and Development Economics*, 12(2), 297–322. <https://doi.org/10.1017/S1355770X06003512>
- Al-Mulali, U., Ozturk, I., & Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79(1), 621–644. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1865-9>
- Alsaifi, K., Elnahass, M., & Salama, A. (2020). Market responses to firms' voluntary carbon disclosure: Empirical evidence from the United Kingdom. *Journal of Cleaner Production*, 262. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121377>
- Anees, S., Zaidi, H., Wasif, M., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization , fi nancial development and carbon emissions : Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 228, 533–543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.210>
- Angelis, E. M. De, & Giacomo, M. Di. (2019). Climate Change and Economic Growth : The

- Role of Environmental Policy Stringency. *Sustainability*, 1–15.
- Birindelli, G., & Chiappini, H. (2021). Climate change policies: Good news or bad news for firms in the European Union? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(2), 831–848. <https://doi.org/10.1002/csr.2093>
- Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2020). *Carbon Premium Around the World*. <https://www.hec.ca/finance/Fichier/Kacperczyk2020.pdf>
- Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2021). Do investors care about carbon risk? *Journal of Financial Economics*, 142(2), 517–549. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.05.008>
- Boutabba, M. A. (2014). The impact of financial development, income, energy and trade on carbon emissions: Evidence from the Indian economy. *Economic Modelling*, 40(2014), 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.03.005>
- Bu, M., Lin, C. Te, & Zhang, B. (2016). Globalization and Climate Change: New Empirical Panel Data Evidence. *Journal of Economic Surveys*, 30(3), 577–595. <https://doi.org/10.1111/joes.12162>
- Burck, J., Uhlich, T., Bals, C., Höhne, N., & Nascimento, L. (2022). *Climate Change Performance Index Background and Methodology*. [https://ccpi.org/wp-content/uploads/Background-and-Methodology-CCPI-2022\\_print\\_final.pdf](https://ccpi.org/wp-content/uploads/Background-and-Methodology-CCPI-2022_print_final.pdf)
- Chen, S., Saud, S., Bano, S., & Haseeb, A. (2019). The nexus between financial development , globalization , and environmental degradation : Fresh evidence from Central and Eastern European Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 24733–24747.
- Destek, M. A. (2020). Investigation on the role of economic, social, and political globalization on environment: evidence from CEECs. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(27), 33601–33614. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04698-x>
- FMI. (2023a). *Country Composition of WEO Groups*. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April/groups-and-aggregates>
- FMI. (2023b). *Financial Development Index Database*. Fondo Monetario Internacional. <https://data.imf.org/?sk=f8032e80-b36c-43b1-ac26-493c5b1cd33b&sid=1480712464593>
- Guo, M., Kuai, Y., & Liu, X. (2019). Stock market response to environmental policies: Evidence from heavily polluting firms in China. *Economic Modelling*. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.028>
- Guttal, S. (2007). Globalisation. *Development in Practice*, 17(4), 523–531.
- Gygli, S., Haelg, F., Potrafke, N., & Sturm, J. E. (2019). The KOF Globalisation Index – revisited. *Review of International Organizations*, 14(3), 543–574. <https://doi.org/10.1007/s11558-019-09344-2>
- Hsu, A. W. Hsin, & Wang, T. (2013). Does the market value corporate response to climate change? *Omega (United Kingdom)*, 41(2), 195–206. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.07.009>
- Ifelunini, I., Ekpo, U., Agbutun, S. A., Arazu, O. W., Ugwu, C. S., Osademe, N., & Asogwa, O. F. (2023). Economic Growth, Governance and CO2Emissions in West Africa. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 11(1). <https://doi.org/10.1142/S2345748123500021>

- IPCC (2013). Cambio climático 2013 Bases físicas Resumen para responsables de políticas. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)
- IPCC (2014). *Cambio climático 2014 Informe de síntesis Resumen para responsables de políticas*.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf)
- Iraldo, F., Testa, F., Melis, M., & Frey, M. (2011). A Literature Review on the Links between Environmental Regulation and Competitiveness. 222(March), 210–222.  
<https://doi.org/10.1002/eet.568>
- Jadiyappa, N., & Krishnankutty, R. (2022). Do stock markets value green operations? Evidence from India. *International Journal of Managerial Finance*, 18(4), 661–676.  
<https://doi.org/10.1108/IJMF-06-2021-0305>
- Kalaycı, C., & Hayaloğlu, P. (2019). The impact of economic globalization on CO2 emissions: The case of NAFTA countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 356–360. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7233>
- Kennard, A. (2020). The Enemy of My Enemy: When Firms Support Climate Change Regulation. *International Organization*, 74(2), 187–221.  
<https://doi.org/10.1017/S0020818320000107>
- Khan, D., & Ullah, A. (2019). Testing the relationship between globalization and carbon dioxide emissions in Pakistan: does environmental Kuznets curve exist? *Environmental Science and Pollution Research*, 15194–15208.
- Lee, S., Park, Y., & Klassen, R. (2015). Market responses to firms' voluntary climate change information disclosure and carbon communication. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/csr.1321>
- Liu, M., Ren, X., Cheng, C., & Wang, Z. (2020). The role of globalization in CO 2 emissions : A semi-parametric panel data analysis for G7. *Science of the Total Environment*, 718, 137379. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137379>
- Mehmood, U., & Tariq, S. (2020). Globalization and CO2 emissions nexus: evidence from the EKC hypothesis in South Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(29), 37044–37056. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09774-1>
- Organización Meteorológica Mundial (2021). *WMO GREENHOUSE GAS BULLETIN*. WMO. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/un-año-más-las-concentraciones-de-gases-de-efecto-invernadero-volvieron>
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Phong, L. H., & Ozturk, I. (2020). The impacts of globalization, financial development, government expenditures, and institutional quality on CO2 emissions in the presence of environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(18), 22680–22697. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08812-2>
- Phong, L. H., Van, D. T. B., & Bao, H. H. G. (2018). The role of globalization on carbon dioxide emission in Vietnam incorporating industrialization, urbanization, gross domestic product per capita and energy use. *International Journal of Energy*

- Economics and Policy*, 8(6), 275–283. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7065>
- Prakash, R., Matsumura, E. M., & Vera-Munoz, S. C. (2012). Voluntary Disclosures and the Firm-Value Effects of Carbon Emissions. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1921809>
- Schütze, F., Aleksovski, D., & Mozetič, I. (2020). *Stock Market Reactions to International Climate Negotiations*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3718277>
- Sehrawat, M., Giri, A. K., & Mohapatra, G. (2015). The impact of financial development, economic growth and energy consumption on environmental degradation: Evidence from India. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 26(5), 666–682. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2014-0063>
- Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J. F., Volz, U., & Edwards, N. R. (2021). Low-carbon transition risks for finance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.1002/wcc.678>
- Shahbaz, M., Jawad, S., Shahzad, H., & Mahalik, M. K. (2018). Is Globalization Detrimental to CO 2 Emissions in Japan ? New Threshold Analysis. *Environ Model Assess*, 23, 557–568.
- Shahbaz, M., Khan, S., Ali, A., & Bhattacharya, M. (2017). The impact of globalization on co 2 emissions in china. *The Singapore Economic Review*, 62(3). <https://doi.org/10.1142/S0217590817400331>
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries. *Energy Policy*, 37(1), 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025>
- Wan, X., Jahanger, A., Usman, M., Radulescu, M., Balsalobre-Lorente, D., & Yu, Y. (2022). Exploring the Effects of Economic Complexity and the Transition to a Clean Energy Pattern on Ecological Footprint From the Indian Perspective. *Frontiers in Environmental Science*, 9(January), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.816519>
- Wang, Y., Zuo, Y., Li, W., Kang, Y., Chen, W., Zhao, M., & Chen, H. (2019). Does environmental regulation affect - CO 2 emissions ? Analysis based on threshold effect model. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(3), 565–577. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1655-7>
- Wolde-Rufael, Y., & Weldemeskel, E. M. (2020). Environmental policy stringency , renewable energy consumption and CO 2 emissions : Panel cointegration analysis for BRIICTS countries Environmental policy stringency , renewable energy consumption and CO 2 emissions: *International Journal of Green Energy*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/15435075.2020.1779073>
- Yao, C., Feng, K., & Hubacek, K. (2015). Driving forces of CO2 emissions in the G20 countries: An index decomposition analysis from 1971 to 2010. *Ecological Informatics*, 26(P1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.02.003>
- Zafar, M. W., Saud, S., & Hou, F. (2019). The impact of globalization and financial development on environmental quality : evidence from selected countries in the Organization for Economic Co-operation and Development ( OECD ). *Environmental Science and Pollution Research (2019)*, 26, 13246–13262.
- Zaidi, S. A. H., Zafar, M. W., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 228, 533–543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.210>



Zhang, Y. (2011). The impact of financial development on carbon emissions : An empirical analysis in China. *Energy Policy*, 39(4), 2197–2203.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.026>

## Anexo

**Tabla 3.1A.** Rendimientos anormales acumulados a 30 días de anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> publicados por la Organización Meteorológica Mundial.

Panel A: Europa						
País	Récord 2015	Récord 2016	Récord 2017	Récord 2018	Récord 2019	Récord 2020
Alemania	-0.0237 [-0.602]	-0.0175 [-0.588]	-0.0366 [-0.970]	-0.0434 [-1.330]	-0.0252 [-0.628]	0.0266 [0.942]
Austria	0.0044 [0.103]	-0.0569 [-1.111]	-0.0925** [-2.206]	-0.0315 [-0.575]	0.0585 [1.038]	-0.0388 [-0.869]
Bélgica	-0.0448 [-1.342]	-0.0362 [-1.117]	-0.0648* [-1.920]	0.0022 [0.073]	-0.0519 [-0.934]	0.0002 [0.009]
Dinamarca	-0.1398*** [-3.030]	-0.0591 [-1.166]	0.0047 [0.089]	0.0059 [0.099]	0.0058 [0.087]	-0.0678* [-1.717]
España	-0.0654 [-1.221]	0.0139 [0.252]	-0.0154 [-0.444]	0.0082 [0.230]	-0.0305 [-0.386]	-0.0409 [-0.970]
Finlandia	-0.0425 [-1.379]	-0.0627 [-1.356]	-0.0320 [-0.824]	0.0243 [0.659]	-0.0266 [-0.605]	-0.0528 [-1.535]
Francia	-0.0049 [-0.141]	-0.0409 [-1.407]	-0.0234 [-0.734]	-0.0167 [-0.503]	-0.0536 [-1.103]	0.0435 [1.219]
Países Bajos	-0.0238 [-0.794]	-0.0252 [-0.864]	-0.0060 [-0.244]	-0.0103 [-0.358]	-0.0345 [-1.393]	-0.0371 [-1.524]
Irlanda	0.0222 [0.391]	0.0169 [0.340]	-0.0251 [-0.438]	0.0374 [0.781]	0.0152 [0.312]	-0.0848** [-2.164]
Italia	-0.0340 [-0.859]	-0.0281 [-0.601]	-0.0111 [-0.270]	-0.0232 [-0.455]	-0.0446 [-1.001]	0.0217 [0.494]
Portugal	-0.0801* [-1.679]	-0.0193 [-0.598]	-0.0039 [-0.125]	-0.0086 [-0.217]	0.0710 [1.188]	-0.0699* [-1.755]
Reino Unido	-0.0452 [-1.107]	-0.0333 [-1.079]	-0.0171 [-0.501]	0.0123 [0.315]	-0.0129 [-0.327]	0.0017 [0.069]
Suecia	-0.0023 [-0.060]	-0.0543* [-1.920]	-0.021144 [-0.569]	0.0074 [0.257]	-0.0958*** [-2.611]	-0.0428 [-1.403]
Panel B: América						
País	Récord 2015	Récord 2016	Récord 2017	Récord 2018	Récord 2019	Récord 2020
Canadá	0.0019 [0.076]	-0.0091 [-0.407]	0.0250 [1.343]	-0.0321 [-1.153]	-0.0302 [-1.407]	-0.0202 [-1.002]
Estados Unidos	0.0065307 [0.381]	0.0057322 [0.378]	0.0121242 [0.645]	-0.0083003 [-0.603]	-0.0083712 [-0.582]	0.0075 [0.759]
Argentina	-0.1773 [-1.589]	0.0412 [0.364]	0.0797 [0.684]	0.0025 [0.023]	-0.0251 [-0.249]	0.0700 [1.029]
Brasil	-0.1003* [-1.679]	-0.0769 [-1.247]	0.0096 [0.203]	0.04444 [0.629]	0.0735 [0.913]	0.0132 [0.146]
Chile	-0.0272 [-0.645]	-0.2031*** [-7.435]	0.0177 [0.301]	0.0592 [0.846]	0.0023 [0.021]	0.2229*** [5.159]
Colombia	-0.0923** [-2.453]	-0.0143 [-0.168]	-0.0513 [-0.890]	0.0196 [0.361]	0.1144*** [2.596]	-0.0769 [-1.257]
México	-0.0722* [-1.770]	-0.0538 [-1.147]	0.0244 [0.256]	0.0023 [0.063]	0.0327 [0.571]	-0.0032 [-0.094]
Perú	0.0865 [1.588]	0.0043 [0.069]	0.0465 [0.620]	0.0151 [0.196]	0.0817 [0.783]	-0.0815 [-1.148]

**Nota:** Todos los rendimientos anormales están expresados en porcentaje. El valor de la *t*-Student aparece entre corchetes. \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.

**Tabla 3.1A.** Rendimientos anormales acumulados a 30 días de anuncios de récords de concentraciones de CO2 publicados por la Organización Meteorológica Mundial (*continuación*)

**Panel C: Asia**

<b>País</b>	<b>Récord 2015</b>	<b>Récord 2016</b>	<b>Récord 2017</b>	<b>Récord 2018</b>	<b>Récord 2019</b>	<b>Récord 2020</b>
<b>China</b>	-0.0673 [-1.222]	0.0063 [0.111]	-0.0102 [-0.124]	0.0722 [1.219]	-0.0601 [-1.060]	-0.1162* [-1.648]
<b>India</b>	-0.1370*** [-3.277]	-0.0409 [-1.104]	-0.0074 [-0.147]	-0.0152 [-0.346]	-0.0137 [-0.584]	-0.0695* [-1.679]

**Nota:** Todos los rendimientos anormales están expresados en porcentaje. El valor de la *t*-Student aparece entre corchetes. \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.



## **Capítulo 4. El impacto de los riesgos climáticos en el desempeño de las empresas agrícolas a nivel global**



#### **4.1. Introducción**

El aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera ha generado cambios en el sistema climático, manifestándose en un aumento tanto en la frecuencia como en la intensidad de los fenómenos meteorológicos. Uno de los riesgos derivados del cambio climático es el riesgo físico, que está asociado al impacto del clima sobre las operaciones de la empresa según la ubicación, lo que, a su vez, tiene repercusiones sobre los activos y la rentabilidad de las empresas. Tankov & Tantet (2019) dividen estos riesgos en dos categorías: agudos y crónicos. Los riesgos físicos agudos están relacionados con eventos como inundaciones, sequías, olas de calor y huracanes, mientras que el riesgo físico crónico está relacionado con cambios que han ocurrido de forma gradual, como el aumento de la temperatura y el cambio en los niveles de precipitaciones.

La mayor prevalencia de sequías, inundaciones, olas de calor y frío y precipitaciones intensas ha ejercido un impacto significativo en sectores vulnerables. Se estima que los países en desarrollo serán los más afectados debido a su localización en regiones más cálidas y a su limitada capacidad de adaptación a las consecuencias que trae consigo el cambio climático. Estas limitaciones se atribuyen a la falta de acceso a tecnología y recursos financieros, así como a la ausencia de respaldo político que permita el desarrollo de infraestructuras que potencien los sectores productivos, y a su dependencia en gran medida de la agricultura, lo que implica que cualquier variación en el clima pueda tener graves consecuencias sobre el crecimiento económico del país.

El informe emitido en 2022 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, en inglés) informa de que el cambio climático ha afectado a la productividad de los sectores agrícolas ocasionado principalmente por los aumentos de temperatura que influyen en la calidad y la estabilidad de las cosechas, poniendo en peligro la seguridad alimentaria y los medios de vida (IPCC, 2022). En general, el cambio climático representa un desafío para la agricultura, ya que conlleva riesgos sobre los cultivos y sobre la disponibilidad de recursos hídricos que son esenciales para el desarrollo de la actividad.

Varios estudios han examinado el efecto de los fenómenos climáticos y meteorológicos sobre la agricultura, y la evidencia demuestra que el aumento de temperatura en las etapas de crecimiento y reproducción afecta tanto a la cantidad como a la calidad de la producción (FAO, 2023; Lachaud et al., 2022; Shi & Tao, 2014; Taraz, 2018), mientras que una

cantidad adecuada de precipitaciones puede tener un impacto positivo en la productividad de las empresas agrícolas (Archer et al., 2019; Lachaud et al., 2022; Mendelsohn & Massetti, 2017; Shi & Tao, 2014; Thai et al., 2023). Respecto a los riesgos físicos agudos relacionados con las sequías y las inundaciones, la evidencia empírica muestra que la ocurrencia de estos eventos incide en los rendimientos de las cosechas (Hlavinka et al., 2009; Posthumus et al., 2009; Venkatappa & Sasaki, 2021), ya que su aparición impacta negativamente en la fertilidad del suelo, provoca daños en la infraestructura agrícola y favorece la propagación de enfermedades.

Debido a los efectos que tienen estos fenómenos en los rendimientos de los cultivos, diversos estudios empíricos han evaluado el impacto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas agrícolas, pero se han focalizado en Norte América y Asia (Addoum et al., 2020; Hugon & Law, 2019; Thai et al., 2023). En este contexto, el objetivo del presente capítulo es analizar el impacto de los fenómenos meteorológicos y climáticos, en concreto la temperatura, las precipitaciones, las sequías y las inundaciones, síntomas del cambio climático e indicadores del riesgo físico, en el desempeño de las empresas agrícolas. Para llevar a cabo este estudio, se utiliza la metodología de datos de panel, y se analizan 19.896 empresas ubicadas en 69 países de América, Europa, Asia, África y Oceanía en el periodo 2013-2021. Además, con el propósito de profundizar en el análisis, se ha dividido el conjunto de datos de dos formas. Por un lado, se ha realizado la división en función del tamaño, siguiendo la clasificación de las empresas según el Anexo I del Reglamento (UE) N.º 651/2014 de la Comisión Europea. Por otro lado, se ha llevado a cabo la división de acuerdo a la zona climática, utilizando la clasificación climática de Köppen como referencia.

El análisis consta de dos partes. En la primera, se examinan los riesgos físicos crónicos, analizando cómo el nivel de temperaturas y de precipitaciones influyen en el desempeño de las empresas agrícolas, medido a través de la rentabilidad sobre los activos (ROA). En la segunda parte se extiende el análisis al incorporar dos indicadores de riesgos físicos agudos, como son las sequías y las inundaciones, lo que brinda una visión más completa acerca del impacto de los factores climáticos en el desempeño de estas empresas. Pensamos que este estudio supone una contribución relevante a la literatura sobre las finanzas climáticas dado que, hasta donde conocemos, es la primera investigación que mide el impacto de las inundaciones y sequías en la rentabilidad de las empresas del sector agrícola a nivel global. Los resultados de nuestro estudio ayudan a profundizar en cómo



los riesgos asociados al cambio climático se trasladan al resultado de las empresas y, por ende, suponen un paso para llegar a modelizar y valorar a este tipo de riesgo.

Respecto a los subrogados de los riesgos físicos crónicos (temperatura y nivel de precipitaciones) se observan diferencias en los resultados. Por un lado, la temperatura tiene un impacto negativo sobre las medidas de desempeño, lo que refleja los riesgos físicos asociados a los impactos sobre los cultivos agrícolas. Este efecto puede atribuirse al estrés que experimentan las plantas a causa de temperaturas más altas que alterarían su capacidad de crecimiento y de desarrollo, lo que a su vez tendría un impacto negativo sobre la producción al reducir el rendimiento de los cultivos, observando claramente que el desempeño de las empresas más pequeñas se ve más afectado por este riesgo físico. Por otro lado, respecto a las precipitaciones, se observa una relación positiva y significativa con la rentabilidad, concluyendo que un aumento en el nivel de las precipitaciones es beneficioso para la producción agrícola, y por ende de la rentabilidad de la empresa, mientras que su disminución puede traer consigo riesgos sobre los cultivos que impactarán en los resultados de las empresas agrícolas.

Respecto a los riesgos físicos agudos relacionados con las sequías y las inundaciones, se observan que estos eventos ejercen un efecto negativo sobre las medidas de desempeño. La disminución de la rentabilidad se puede atribuir a que su ocurrencia impacta en la capacidad de desarrollo de las plantas, el aumento en la salinidad o erosión de las tierras, además de la creación de condiciones para el desarrollo de enfermedades y plagas, así como impactos significativos en la infraestructura agrícola. Esto puede generar una reducción significativa de los rendimientos de los cultivos que impactarán en los ingresos y un aumento en los costes que repercute finalmente en la rentabilidad de la empresa. Cabe destacar que las micro y pequeñas empresas son las más afectadas por estos eventos climáticos, mientras que no se observa un impacto significativo en las grandes empresas. Estos resultados sugieren que las grandes empresas disponen de los recursos técnicos y económicos para hacer frente a las consecuencias del cambio climático. Debe tenerse en cuenta además que los datos sobre las variables climáticas se recopilan teniendo en cuenta la ubicación de la empresa matriz, por lo que aquellas de menor tamaño son más susceptibles a las condiciones climáticas adversas del país donde se encuentra la sede principal, ya que es menos probable que estas empresas hayan diversificado geográficamente sus operaciones en comparación con las grandes, cuyos cultivos pueden ubicarse en diversos países.

En cuanto al grado de exposición, la evidencia muestra que las empresas localizadas en zonas de clima continental y templado experimentan un efecto negativo en su rentabilidad cuando la temperatura aumenta, debido a que las especies que se cultivan en estas áreas requieren periodos de frío adecuados para desarrollarse correctamente. Por otro lado, en relación a las precipitaciones, su reducción conlleva una disminución de la rentabilidad en las empresas ubicadas en zonas de clima continental y tropical.

Los resultados permiten concluir que efectivamente las empresas pertenecientes al sector primario, específicamente las micro, pequeñas y medianas, ven afectada su rentabilidad ya que el clima influye en el volumen de la producción, en la infraestructura agrícola y en los costes asociados a estos eventos. En consecuencia, se requieren diversas estrategias a nivel empresarial y estatal para mitigar los daños causados por los riesgos físicos, y dado que en el futuro los daños serán mayores, se requerirá una mayor cantidad de medidas de adaptación, basándose tanto en los riesgos actuales como los futuros (Sonwa et al., 2017).

El resto del capítulo está organizado de la siguiente manera. La sección 4.2 proporciona un análisis de la literatura previa y el desarrollo de las hipótesis. La sección 4.3 describe los datos y la metodología utilizada. La sección 4.4 analiza los principales resultados empíricos. La sección 4.5 presenta los análisis de robustez. La sección 4.6 expone las conclusiones.

#### **4.1.1. Literatura previa y formulación de las hipótesis**

En los últimos años los efectos derivados del cambio climático son cada vez más evidentes y la frecuencia de sucesos meteorológicos y climáticos extremos va en aumento a nivel global. Los datos de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) muestran que la última década ha sido una de las más cálidas documentadas y de acuerdo con el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres se han registrado más de 300 desastres naturales en el transcurso del 2022, entre ellos inundaciones, sequías, incendios forestales y deslizamientos de tierras.

La ocurrencia de estos cambios en el medioambiente trae consigo dos tipos de riesgos para las empresas. El primer riesgo es el de transición, relacionado con la introducción de regulaciones ambientales e innovaciones tecnológicas en busca de la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero causantes de estos fenómenos, así como con el cambio en las preferencias asociados a activos menos agresivos con el medioambiente. El segundo riesgo es el físico, asociado a la destrucción de los activos

empresariales o a las interrupciones de las operaciones por eventos climáticos. Además de la amenaza climática “*hazard*” relacionada a los eventos climáticos, otros determinantes del riesgo físico vienen dados por la vulnerabilidad y la exposición de la empresa y de su actividad económica (Tankov & Tantet, 2019). En este sentido y dependiendo de la localización, el sector agrario es uno de los que vería más afectada su actividad (vulnerabilidad), debido al impacto en los cultivos.

Varios autores han puesto de manifiesto que efectivamente las anomalías climáticas y meteorológicas derivadas del cambio climático representan un riesgo, dado que tienen un impacto en las empresas y en la economía. Dell et al. (2012, 2014) concluyen que un aumento de 1 °C puede reducir entre un 1% y 2% el crecimiento económico de los países con bajos ingresos, mientras que en los más ricos no se observa un efecto significativo. Estos resultados destacan que el impacto es más severo en los países con alta dependencia de la agricultura, ya que los aumentos de temperatura podrían afectar a su nivel de producción. En esta línea, Hsiang (2010) estima para los países de la zona del Caribe y Centro América, una reducción del 2,5% en la producción total del país cuando se presenta un aumento de la temperatura de 1 °C, aunque la pérdida de la producción agrícola es menor en comparación con otros sectores. Resultados similares son encontrados por Jain et al. (2020) en India, aunque a diferencia de lo documentado por Hsiang (2010) el impacto es más severo en el sector primario.

Dado que la incidencia en el desempeño de las empresas del sector agrícola dependerá de la amenaza climática, Tankov & Tantet (2019) clasifican los riesgos físicos en dos tipos: riesgos crónicos y agudos. Los primeros están relacionados con fenómenos que se desarrollan gradualmente en el tiempo y los segundos están relacionados con sucesos meteorológicos extremos. En este sentido, en el presente análisis se han seleccionado cuatro variables climáticas para evaluar el impacto en el desempeño de las empresas agrícolas, dos de los cuales estarían relacionados con el riesgo crónico (nivel de temperatura y de precipitaciones), y dos recogen eventos extremos asociados al riesgo agudo (inundaciones y sequías).

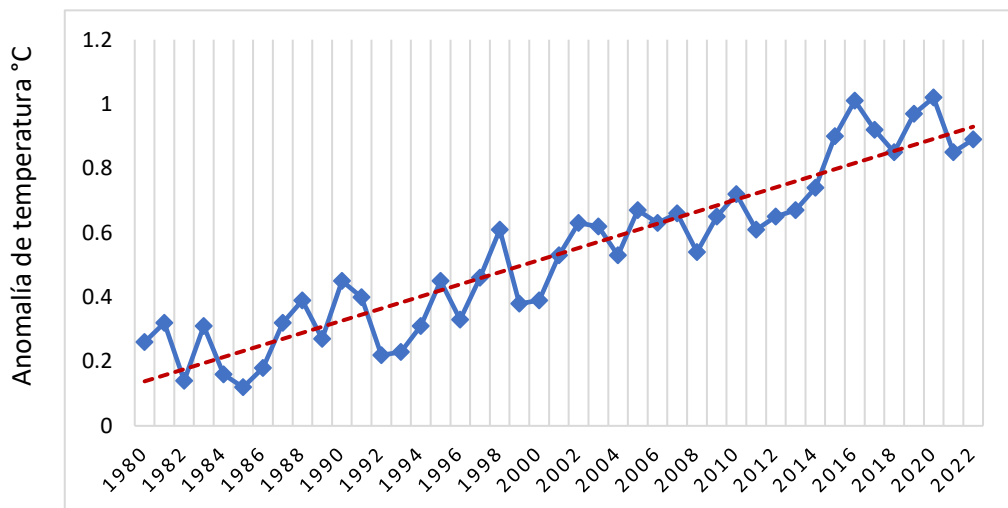
### **Temperatura**

La actividad humana, a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, es la responsable del calentamiento global (IPCC, 2023). De mantenerse los niveles de emisiones actuales, se espera que en el corto plazo la temperatura media del planeta

exceda 1,5 °C respecto a los niveles preindustriales acordados en París, y que con cada incremento se intensifiquen los peligros climáticos sobre el entorno. Los aumentos de temperatura tendrán efectos sobre la economía de los países, pero variarán dependiendo de la ubicación geográfica (riesgo de exposición), es decir, aquellos países situados en zonas más cálidas experimentarán consecuencias desfavorables más significativas (Tan et al., 2021).

La temperatura global en la década 2011-2020 fue de 1,09 °C más alta que la registrada en el periodo 1850-1900 (IPCC, 2023) . Además, a nivel mundial, el periodo 2015-2022 ha sido el más cálido registrado, observando en 2022 un aumento de la temperatura media mundial de 1,15 °C  $\pm$  0,12 °C , si se toma como base el periodo 1850-1900 (WMO, 2023), o de 0,89 °C, según los datos aportados por la NASA que toman como línea base el periodo 1951-1980 (véase la Figura 4.1).

**Figura 4.1.** Cambio anual medio de la temperatura superficial global del aire (°C) con período base 1951-1980



**Fuente:** Datos del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA. Disponible en línea: [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs\\_v4/](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/)

Efectivamente, las variaciones climáticas tienen un impacto negativo sobre la producción de los cultivos asociados a su riesgo físico, dado que temperaturas elevadas pueden provocar daños físicos irreversibles en las plantas afectando a las operaciones de la empresa. El tipo de daño dependerá de la magnitud y duración del evento, así como de la capacidad de adaptación a condiciones extremas de la especie y de la fase de desarrollo (FAO, 2023). Varios estudios concluyen que la temperatura puede tener un efecto sobre el

rendimiento de los cultivos, ya que durante la temporada de crecimiento cuando la temperatura promedio aumenta, las plantas tienden a requerir una mayor cantidad de energía para respirar, lo que puede afectar a su capacidad para crecer y producir frutos al limitar el uso de energía. Asimismo, las especies de clima templado están generalmente afectadas por los aumentos de temperatura en la etapa de crecimiento, debido a la necesidad de un período adecuado de horas de frío durante su letargo para poder reanudar su crecimiento, impactando así el desarrollo de los órganos reproductivos (FAO, 2023). En el caso de cultivos de gran relevancia para la seguridad alimentaria como el trigo, el maíz y la cebada, Lobell & Field (2007) encuentran que las recientes tendencias climáticas han tenido un impacto negativo sobre su rendimiento, que es atribuible en gran medida a temperaturas más cálidas.

Taraz (2018), Lachaud et al. (2022) y Nguyen (2022) concluyen que en India, Latinoamérica y Vietnam, las temperaturas extremadamente altas presentan un riesgo para los cultivos agrícolas. En África se observa que en el periodo 1961-2010 los aumentos de 1 °C de la temperatura ocasionaron pérdidas sobre el cultivo de maíz en los países más cálidos (Shi & Tao, 2014). Por otro lado, Mendelsohn & Massetti (2017) sostienen que el cambio climático tiene un efecto sobre los cultivos, pero este no es necesariamente negativo, ya que el aumento de la temperatura será positivo en aquellas regiones con climas fríos y negativo en climas tropicales.

Respecto al desempeño operativo de las empresas agrarias, Addoum et al. (2020) analizan el impacto de la temperatura en filiales de empresas cotizadas estadounidenses, incluidas las del sector agrícola, en el periodo 1990-2015 y encuentran que los *shocks* de temperatura no tienen un impacto sobre el crecimiento de las ventas, incluso en aquellas empresas que son más sensibles a los cambios de temperatura. Esto se debe principalmente a que las empresas cotizadas tienen recursos para lograr adaptarse a estos cambios y hacer frente a las condiciones climáticas extremas. En esta línea, Thai et al. (2023) analizan 77 empresas cotizadas en Vietnam en el periodo 2015-2019, y encuentran que la temperatura tiene un efecto positivo sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas.

Contrariamente, Hugon & Law (2019) sostienen que las anomalías de temperatura sí afectan a las ganancias de las empresas estadounidenses, concluyendo que un aumento de 1 °C conlleva una disminución del 1,6% en las ganancias, siendo el impacto más severo en las zonas más cálidas. Asimismo, Traore & Foltz (2018) encuentran que existe una asociación negativa entre la temperatura y los ingresos y beneficios en las empresas

agrícolas de Costa de Marfil. Dado que la mayor parte de la evidencia empírica muestra que la temperatura tiene un impacto negativo sobre la productividad agrícola, reflejando de esta manera el riesgo físico sobre los cultivos, lo que puede repercutir sobre los beneficios de las empresas, se plantea la siguiente hipótesis en su forma alternativa:

*H1: Existe una relación negativa entre la temperatura y la rentabilidad de las empresas agrícolas*

## **Precipitaciones**

Desde la década de 1950, en varias regiones del mundo se ha registrado un incremento en la intensidad de las precipitaciones. Actualmente, hay un mayor número de personas habitando en zonas en las que ha aumentado la precipitación máxima anual en comparación con las que habitan en áreas donde ha disminuido (IPCC, 2022). En los próximos años se espera que las precipitaciones aumenten en las zonas tropicales y en las regiones ubicadas en latitudes más altas, pero disminuirán en las zonas secas (Turrall et al., 2011). Según la Organización Meteorológica Mundial (2022) se prevé que en el periodo 2022-2026 las precipitaciones en el Sahel y el norte de Europa, entre los meses de mayo a septiembre, sean superiores a la media del periodo 1991-2020, mientras que entre los meses de noviembre a marzo se prevé mayor lluvia en los trópicos y menores precipitaciones en las zonas subtropicales.

Las precipitaciones son una fuente de agua de gran relevancia en el riego de la producción agrícola, aunque dependiendo de su frecuencia e intensidad puede ser beneficiosa o en algunos casos destructiva. Una cantidad adecuada de lluvia es esencial para lograr una buena cosecha, tanto en la etapa de crecimiento inicial de las plantas como en la fase de reproducción. Nguyen (2022) concluye que el aumento de las precipitaciones durante las estaciones de verano y otoño resulta favorable para la productividad agrícola. En Sudáfrica, durante el período 2017-2018, se registró una disminución del 47% en la producción de trigo debido a precipitaciones por debajo del promedio y a la baja humedad del suelo, lo que afectó además al estado de los cultivos (Archer et al., 2019). Asimismo, Shi & Tao (2014) analizan un conjunto de países en África en el periodo 1961-2010, y concluyen que la disminución de las precipitaciones resultó en una reducción del rendimiento de los cultivos de maíz. Respecto al efecto de las precipitaciones en el desempeño de las empresas, Thai et al. (2023) analizan empresas cotizadas en Vietnam

en el periodo 2015-2019 y concluyen que la lluvia tiene un efecto positivo sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas.

Dado que el incremento de las precipitaciones beneficia la productividad agrícola, mientras que su disminución tiene un efecto negativo sobre los rendimientos de los cultivos al no proporcionar las condiciones propicias para el desarrollo de la agricultura, lo que tendrá un impacto sobre la rentabilidad, se plantea la siguiente hipótesis en su forma alternativa:

***H2: Existe una relación positiva entre las precipitaciones y la rentabilidad de las empresas agrícolas***

### **Desastres naturales**

Según datos proporcionados por la WMO, en los últimos 50 años los fenómenos naturales relacionados con el agua, como las sequías, tormentas e inundaciones, han sido los más devastadores en términos de pérdidas económicas (WMO, 2021). En 2020, alrededor de 100 millones de personas se vieron afectadas por desastres naturales, causando pérdidas económicas de 190.000 millones de dólares (Jones et al., 2022). Petteri Taalas, Secretario General de la WMO indicó:

“Los impactos del cambio climático se dejan sentir a menudo a través del agua con sequías más intensas y frecuentes, inundaciones más extremas, precipitaciones estacionales más erráticas y el derretimiento acelerado de los glaciares. Todo ello tiene efectos en cascada sobre las economías, los ecosistemas y todos los aspectos de nuestra vida cotidiana” (comunicación personal, 29 de noviembre de 2022).<sup>5</sup>

Dos de los desastres naturales que más afectan al sector agrícola son las sequías y las inundaciones (FAO, 2017). La sequía es un fenómeno natural causado por cambios en los patrones climáticos y se caracteriza por un período prolongado de bajas precipitaciones, lo que resulta en una reducción de la humedad del suelo. Por otro lado, las inundaciones son eventos naturales que ocurren cuando una gran cantidad de agua cubre una superficie normalmente seca y pueden ser causadas por diferentes factores, como fuertes lluvias o marejadas ciclónicas, entre otras (EM-DAT, 2022). Además de la intensidad, la frecuencia de estos fenómenos también ha ido en aumento. Mientras que en 1990 se registraron 59 inundaciones a nivel mundial, en 2021 se documentó un total de 223 inundaciones, lo que

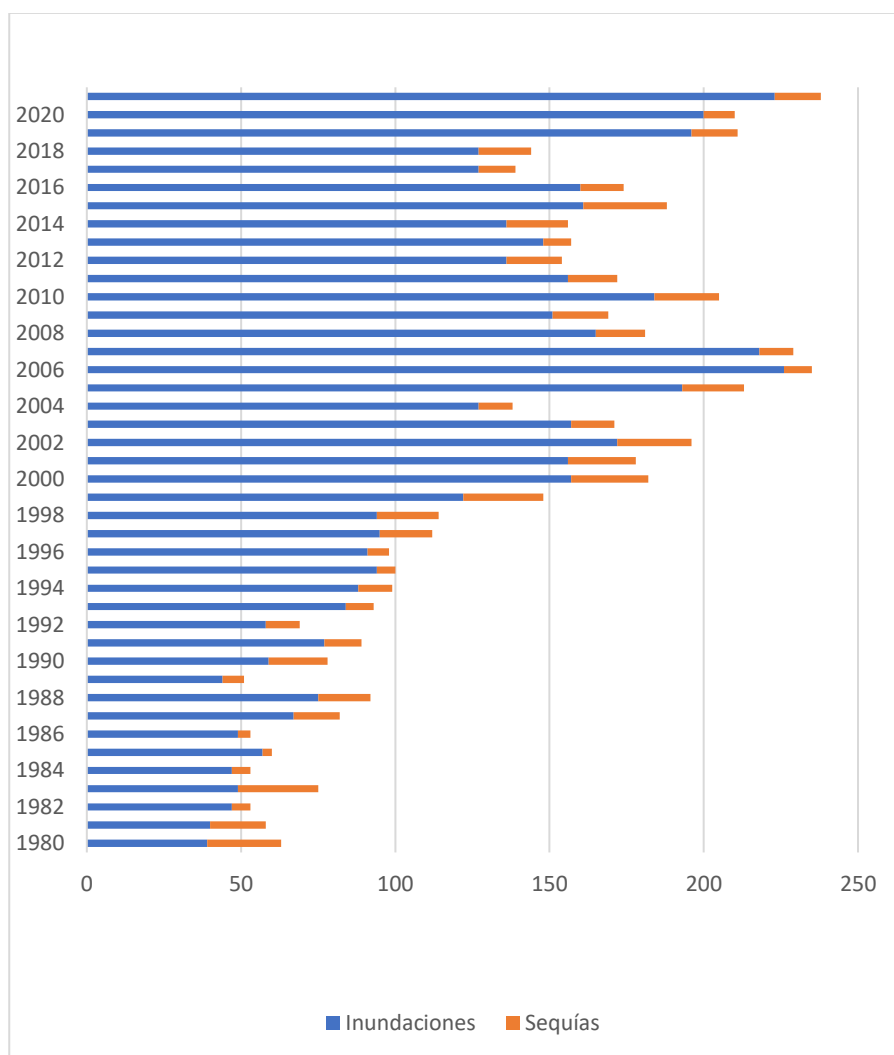
---

<sup>5</sup> Disponible en <https://news.un.org/en/story/2022/11/1131132>

representa un aumento del 278% en un periodo de 30 años (véase Figura 4.2).

Las sequías representan un riesgo físico claro para la agricultura, ya que su aparición reduce la cantidad de agua disponible para el riego, disminuye la fertilidad del suelo, aumenta la erosión y favorece la presencia de salinidad generando un impacto en los cultivos (Potopová et al., 2016). Entre 2008 y 2018, las sequías fueron los eventos extremos más destructivos para el sector agrícola, ocasionando pérdidas de 37.000 millones de dólares en la producción (FAO, 2021).

**Figura 4.2.** Número de inundaciones y sequías a nivel mundial



**Fuente:** EM-DAT, CRED



El déficit de agua durante el periodo de sequía puede provocar una reducción significativa en el rendimiento (Hlavinka et al., 2009) e incluso la pérdida total de la cosecha, afectando no solo a la producción, sino también a la calidad de los cultivos. Dado que las empresas agrícolas verán afectados sus cultivos asociados al riesgo físico inherente a las condiciones climáticas que afectan a las operaciones del negocio, estos tendrán un impacto sobre la cosecha que afectará al nivel de ingresos y costes, lo que reducirá los beneficios. De lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente hipótesis en su forma alternativa:

***H3: Las sequías tienen un efecto negativo sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas***

Al igual que las sequías, las inundaciones también tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola, constituyendo el segundo evento extremo que más afecta a este sector. Entre 2008 y 2018, los países de ingresos bajos y medianos experimentaron pérdidas económicas de alrededor de 21.000 millones de dólares a causa de este fenómeno (FAO, 2021). Estos datos demuestran que las inundaciones tienen efectos perjudiciales sobre la agricultura debido a diversos factores, como los daños ocasionados a la capa fértil del suelo por la erosión y la estrecha conexión entre las inundaciones y la aparición de plagas, dado que propician la propagación de enfermedades y crean hábitats adecuados para su reproducción (FAO, 2017, 2021). Asimismo, las inundaciones pueden ocasionar daños significativos en las infraestructuras de riego, afectando a los canales y cursos de agua (Ashraf et al., 2013). Todos estos factores inciden en el desarrollo de los cultivos, lo que se puede traducir en una pérdida de la producción y un aumento de los costes.

Varios estudios evalúan el impacto de las inundaciones en el sector agrícola. Posthumus et al. (2009) concluyen que en Inglaterra en el 2007, el sector agrícola se vio afectado por las inundaciones debido a la extensa duración del evento, además varios cultivos son sensibles al exceso de agua, lo que puede dar lugar a una reducción de la producción que variará según la tolerancia de la planta. Venkatappa & Sasaki (2021) encuentran resultados similares en el Sureste de Asia en el periodo 2015-2019, en el que la reducción de la producción agrícola osciló entre un 16,6% y 33,3% según la intensidad de la inundación. De forma similar, Xiao (2011) examina los impactos económicos de la inundación del Medio Oeste de los Estados Unidos en 1993 y encuentra que en ese año se registró una reducción de los ingresos agrícolas. Por lo tanto, la ocurrencia de inundaciones supone un riesgo físico para las empresas dado que las consecuencias pueden ir desde la pérdida de

los activos, como la infraestructura agrícola y la maquinaria, hasta la interrupción de las operaciones por los impactos sobre los cultivos, lo que va a incidir negativamente sobre los resultados de las empresas. De lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente hipótesis en su forma alternativa:

**H4:** *Las inundaciones tienen un efecto negativo sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas*

## **4.2. Datos y metodología**

### **4.2.1. Descripción de variables**

Con el propósito de contrastar las hipótesis planteadas en este capítulo y analizar el impacto de los fenómenos meteorológicos y climáticos en el desempeño operativo de las empresas, se ha diseñado el estudio a partir de tres tipos de variables. Las variables dependientes que miden el desempeño de las empresas agrícolas, específicamente la rentabilidad sobre los activos (ROA) y la rentabilidad sobre las ventas (ROS). Las variables climáticas: la temperatura y el nivel de las precipitaciones, que son medidas utilizadas como subrogado del riesgo físico crónico; y las sequías e inundaciones, que son medidas usadas como subrogado del riesgo físico agudo. Finalmente, con el fin de asegurar la validez del análisis se han introducido variables de control relacionadas con las características tanto de las empresas como del país, que se han asociado en la literatura previa con las medidas de desempeño utilizadas. En la Tabla 4.1 se presenta la descripción de las variables.

Para la obtención de la información para el desarrollo del estudio se utilizaron cinco fuentes de información. Primero, la base de datos de ORBIS para la obtención de datos contables y financieros de las empresas agrícolas. Segundo, la base de datos de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAOSTAT) respecto al índice de precios agrícolas. Tercero, el Banco Mundial en relación a la tasa de variación del Producto Interior Bruto (PIB). Cuarto, el portal de conocimientos sobre el cambio climático para profesionales del desarrollo y responsables de la formulación de políticas del Banco Mundial para las precipitaciones y temperaturas anuales. Por último, la Base de Datos de Eventos de Emergencia (EM-DAT) del Centro de Investigación en Epidemiología de los Desastres (CRED) para los fenómenos naturales (inundaciones y sequías). Dada la información disponible, los datos recolectados sobre las variables climáticas corresponden al país en el que se ubica la empresa matriz.

**Tabla 4.1.** Descripción de las variables

<b>Variables</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Fuente</b>
<b><i>Variables dependientes</i></b>		
ROA	Beneficio antes de impuestos e intereses / Total activos	Orbis
ROS	Beneficio antes de impuestos e intereses / Ingresos de explotación	Orbis
<b><i>Variables independientes</i></b>		
TEMP	Temperatura anual media en grados centígrados	Banco Mundial
PREC	Precipitación anual media en milímetros	Banco Mundial
INUND	Número de inundaciones registradas en el año	EM-DAT/CRED
SEQ	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si se registra una sequía, o en otro caso	EM-DAT/CRED
<b><i>Variable de control específica de la empresa</i></b>		
TAM	Logaritmo natural de los activos totales	Orbis
END	Deuda financiera / (Patrimonio neto + deuda financiera)	Orbis
<b><i>Variables de control macroeconómicas</i></b>		
CREPIB	Variación anual del Producto Interior Bruto (PIB)	Banco Mundial
IPA	Variación anual promedio de los precios agrícolas	FAOSTAT

**Nota:** La base de datos EM-DAT registra una sequía o una inundación como desastre natural si cumple al menos uno de los siguientes criterios: 10 muertes, 100 personas afectadas, una declaración de estado de emergencia o llamada a ayuda internacional.

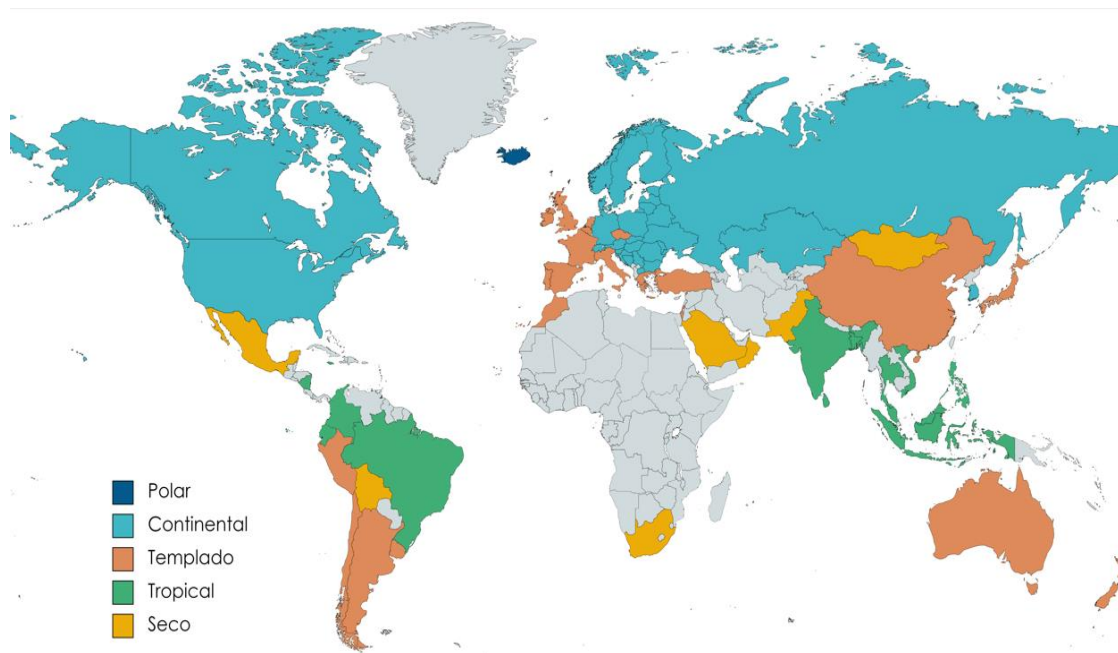
#### **4.2.2. Muestra**

Dentro de la base de datos Orbis se han seleccionado empresas activas y vinculadas a los sectores de agricultura, ganadería, caza y servicios, utilizando su código NACE (01), específicamente cultivos no perennes (011) y cultivos perennes (012), identificando un total de 3.398.623 compañías.

Posteriormente se han aplicado diversos filtros para garantizar que solo se incluyeran en el estudio empresas con activos totales, ingresos de explotación y patrimonio neto de al menos \$1, con la finalidad de seleccionar empresas en funcionamiento. Dada la escasa

información para obtener las ratios, se han eliminado datos hasta 2012, y se ha tomado las observaciones del periodo 2013-2021, ambos incluidos. Posteriormente, se ha llevado a cabo un proceso de eliminación de los valores atípicos de las variables contables, identificando aquellos valores que se encontraban fuera del intervalo de tres veces la desviación estándar de la media para establecer los límites superiores e inferiores de los activos totales, endeudamiento, ROA y ROS, y eliminar los datos ubicados fuera de estos límites. Además, se han eliminado de la muestra las empresas que contenían menos de tres observaciones en el periodo estudiado y cuyos activos eran menores a 100.000 dólares, para garantizar que la muestra represente adecuadamente al sector agrícola, y que reflejen cierta solidez para desempeñar un papel significativo en el sector. Finalmente, se eliminaron de la muestra empresas de países que no contaban con información respecto a inundaciones o sequías. Una vez aplicados todos los criterios, se ha obtenido una muestra de 19.896 empresas y 141.188 observaciones empresa-año. Las empresas analizadas se encuentran ubicadas en 5 continentes (América, Europa, Asia, África y Oceanía), como se muestra en la Figura 4.3, y están localizadas en 69 países.

**Figura 4.3.** Ubicación de las empresas (países sombreados)



**Nota:** En un país se pueden encontrar varios climas, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen. Para fines de representación de los países se ha optado por identificar y destacar el clima que prevalece en cada uno de ellos

La Tabla 4.2 exhibe la distribución de la muestra en función de la región geográfica (panel A) y del tipo de clima (panel B). Se puede apreciar que las micro y pequeñas empresas tienen un peso muy importante sobre la muestra total, representando el 84,63% del total de las observaciones y la mayor parte de empresas se concentra en países europeos. Además, siguiendo la clasificación climática de Köppen, se observa que las empresas analizadas en este estudio se localizan en su mayoría en las áreas climáticas continentales y templadas.

**Tabla 4.2.** Distribución de la muestra (observaciones empresa – año) por continentes y tipo de clima.

	<b>Total</b>	<b>Micro</b>	<b>Pequeñas</b>	<b>Medianas</b>	<b>Grandes</b>
<b>Panel A: Continentes</b>					
América	3.651	577	1.972	773	329
Asia	8.990	2.698	3.622	1.773	897
África	280	115	93	47	25
Europa	127.930	46.123	64.215	15.034	2.558
Oceanía	337	18	50	153	116
<b>Total</b>	<b>141.188</b>	<b>49.531</b>	<b>69.952</b>	<b>17.780</b>	<b>3.925</b>
<b>Panel B: Tipo de clima</b>					
Continental	96.720	38.240	48.165	8.944	1.371
Templado	35.664	9.675	17.711	6.704	1.574
Tropical	8.671	1.600	4.040	2.125	906
Seco	101	8	12	7	74
Polar	32	8	24	0	0
<b>Total</b>	<b>141.188</b>	<b>49.531</b>	<b>69.952</b>	<b>17.780</b>	<b>3.925</b>

**Nota:** Se ha empleado la clasificación climática de Köppen que divide el clima en 5 grupos: continental, templado, tropical, seco y polar.

### 4.2.3. Metodología

Para examinar los efectos de las condiciones climáticas en el rendimiento de las empresas agrícolas a nivel mundial se lleva a cabo un análisis de datos de panel en dos etapas. Siguiendo la metodología de Anton (2021), la primera etapa del análisis se enfoca en investigar si las variables climáticas que han cambiado gradualmente en el tiempo influyen en el desempeño de las empresas. Así, la temperatura y las precipitaciones se toman como subrogado del riesgo físico crónico. Para lograr este objetivo, se propone un modelo de estimación que busca captar la relación entre las variables climáticas y el rendimiento agrícola, que se recoge en la expresión (4.1). En el modelo se incorporan variables de control a nivel empresa y macroeconómico.

$$R_{ijt} = \alpha + \beta_1 TEMP_{jt} + \beta_2 PREC_{jt} + \beta_3 TAM_{ijt} + \beta_4 END_{ijt} + \beta_5 CREPIB_{jt} + \beta_6 IPA_{jt} + \mu_{it} \quad (4.1)$$

donde  $R_{ijt}$  recoge la rentabilidad de la empresa  $i$  situada en el país  $j$  en el año  $t$ . Para medir dicho desempeño se ha utilizado la rentabilidad sobre los activos (ROA) y como análisis de robustez se ha usado también la rentabilidad sobre las ventas (ROS). Las variables independientes de interés son las variables climáticas y meteorológicas ( $TEMP_{jt}$  y  $PREC_{jt}$ ), que representan la temperatura y precipitaciones medias anuales en el año  $t$  del país  $j$ . Adicionalmente, la evidencia empírica señala que la rentabilidad de las empresas se ve afectada por variables a nivel empresa como el tamaño ( $TAM$ ) y la estructura financiera de las mismas ( $END$ ) (Buallay, 2021; Cevik & Miryugin, 2022; Liu & Xu, 2021; Scafarto et al., 2016; Thai et al., 2023) así como por variables macroeconómicas como el cambio anual del Producto Interior Bruto ( $CREPIB$ ) o el índice de los precios agrícolas ( $IPA$ ) (Anton, 2021; Cevik & Miryugin, 2022; Liu & Xu, 2021).  $TAM_{ijt}$  y  $END_{ijt}$  representan, respectivamente, el tamaño, medido por el logaritmo natural del total de los activos, y el nivel de endeudamiento, medido como el cociente entre la deuda financiera partido por la suma del patrimonio neto y dicha deuda, para la empresa  $i$  situada en el país  $j$  en el año  $t$ .  $CREPIB_{jt}$  e  $IPA_{jt}$  recogen, respectivamente, para cada año  $t$  y para cada país  $j$ , la variación anual del PIB y la variación anual promedio de los precios de venta que reciben los agricultores en el primer punto de venta, siendo el periodo base para su cálculo los precios promedios de los años 2014, 2015, y 2016 (FAO, 2022).

Con el objetivo de ampliar el alcance del análisis y examinar el impacto que tienen los riesgos físicos agudos asociados a eventos naturales extremos en el rendimiento, se procede en la segunda etapa del análisis a incorporar la ocurrencia de inundaciones y sequías tanto contemporáneas como desfasadas un periodo, lo que proporciona una visión más completa y precisa acerca de los factores climáticos que pueden afectar a las empresas agrícolas. Para abordar este análisis, se emplea el modelo que se detalla en la expresión (4.2).

$$R_{ijt} = \alpha + \beta_1 TEMP_{jt} + \beta_2 PREC_{jt} + \beta_3 INUND_{jt} + \beta_4 SEQ_{jt} + \beta_5 INUND_{jt-1} + \beta_6 SEQ_{jt-1} + \beta_7 TAM_{ijt} + \beta_8 END_{ijt} + \beta_9 CREPIB_{jt} + \beta_{10} IPA_{jt} + \mu_{it} \quad (4.2)$$

Donde  $SEQ_{jt}$  es una variable dicotómica que toma el valor de 1, si el país  $j$  ha experimentado una sequía en el año  $t$  y 0 en otro caso, e  $INUND_{jt}$  se refiere a la cantidad de inundaciones que se reportan en el año  $t$  en el país  $j$ .

Los modelos se estiman para la muestra completa y para cuatro submuestras correspondientes a la clasificación de las empresas en la Unión Europea de acuerdo al Anexo I del Reglamento (UE) N° 651/2014 de la Comisión Europea:

- Microempresa: Activos no superiores a 2 millones de euros.
- Pequeña empresa: Activos entre 2 y 10 millones de euros.
- Mediana empresa: Activos entre 10 y 43 millones de euros.
- Grandes empresas: Activos superiores a 43 millones de euros.

Asimismo, con el propósito de identificar si la temperatura y las precipitaciones tienen un efecto diferencial en la rentabilidad según la zona climática en la que sitúan, se estima el modelo (4.1) dividiendo las observaciones en cinco subgrupos según la clasificación climática de Köppen: continental, templado, tropical, seco y polar. Dado que dentro de un país pueden existir diversos climas, se ha optado por identificar a cada país por su clima predominante<sup>6</sup>.

### **4.3. Resultados y discusión**

En la Tabla 4.3 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables dependientes e independientes, calculadas para la totalidad de la muestra en el periodo de estudio. Se proporciona información de la media, la desviación estándar, la mediana, el mínimo y máximo, y los percentiles 25 y 75 correspondientes a las variables contables, climáticas y macroeconómicas. La temperatura se expresa en grados Celsius y las precipitaciones en milímetros, las sequías es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si se registra este suceso en el periodo evaluado, y las inundaciones hacen referencia a la cantidad de sucesos que tienen lugar en el transcurso del año. Se presenta la rentabilidad de las empresas en el periodo 2013-2021 con un ROA y ROS medio de 8,86%, y 13,79%, respectivamente. Respecto a las variables climáticas, como la temperatura y las precipitaciones, se observa una alta desviación estándar, lo que se debe a las diferencias entre características climáticas propias de cada región geográfica.

---

<sup>6</sup> El modelo (4.2) no se emplea en el análisis por zonas climáticas, dado que, a nuestro parecer al agrupar varios países en una sola categoría, es posible que exista una mayor uniformidad en las condiciones climáticas, lo que disminuiría el efecto de fenómenos extremos como sequías e inundaciones, reduciendo la relevancia de estas variables.

**Tabla 4.3.** Estadísticos descriptivos

Variable	Observaciones empresa- año	Media	Desviación estándar	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo
ROA	141.188	0,0886	0,0986	-0,5992	0,0224	0,0659	0,1373	0,6616
ROS	141.188	0,1379	0,1532	-0,8471	0,0346	0,1081	0,2266	0,8966
TEMP	141.188	9,6962	7,3294	-4,67	8,96	11,21	13,19	28,17
PREC	141.188	751,25	440,28	27,2	504,99	632,75	760,61	3297,34
SEQ	141.188	0,0238	0,1526	0	0	0	0	1
INUND	141.188	1,2992	1,6235	0	0	1	2	14
TAM	141.188	3,5221	1,1071	0,0036	2,7516	3,3623	4,1433	8,1621
END	141.188	0,2206	0,2540	-0,1925	0,0012	0,1206	0,3634	0,9997
VARPIB	141.188	1,8049	3,3346	-11,3254	0,4832	2,3686	3,4884	24,3705
IPA	141.188	112,7018	32,8472	56,96	100,6	106,01	117,12	507,22

**Nota:** La temperatura se mide en grados Celsius, las precipitaciones en milímetros, la sequía es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si se registra el suceso y 0 en otro caso y las inundaciones se miden como la cantidad de sucesos que tienen lugar en el año analizado.

**Tabla 4.4.** Matriz de correlaciones

Variables	ROA	ROS	TEMP	PREC	SEQ	INUND	TAM	END	VARPIB	IPA
ROA	1									
ROS	0,7741***	1								
TEMP	-0,1740***	-0,1959***	1							
PREC	-0,1042***	-0,0867**	0,6120***	1						
SEQ	-0,0595**	-0,0501**	0,1515***	0,0697**	1					
INUND	-0,0126**	0,0100**	0,0998**	0,3369***	0,1527***	1				
TAM	-0,1397***	0,0525**	0,0543**	0,1476***	0,0800**	0,1642***	1			
END	-0,2188***	-0,1706***	0,0940**	0,0819**	0,0435**	0,0266**	0,0755**	1		
VARPIB	0,0360**	0,0278**	0,0879**	0,0899**	0,1072***	0,1419***	-0,0228**	-0,0258**	1	
IPA	0,0790**	0,0821**	0,1364***	0,2263***	-0,0403**	0,1781***	0,0487**	-0,0942**	-0,0139**	1

**Nota:** \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente.



La Tabla 4.4 contiene los coeficientes de correlación de Pearson entre cada par de variables. Como una primera aproximación a los resultados, se puede observar que todas las variables climáticas presentan una correlación negativa con la medida de desempeño ROA. A pesar de que en el ROS se observa una tendencia similar, existe una correlación positiva con las inundaciones. Respecto a las variables de control a nivel de empresa, se puede apreciar que el tamaño y el nivel de endeudamiento están negativamente correlacionados con el ROA, mientras que el ROS presenta una correlación positiva con el tamaño y negativa con el endeudamiento. Además, se observa que tanto el crecimiento económico como el del índice de producción agrícola están correlacionados positivamente con ambas variables de rendimiento.

Dado que se observa una correlación significativa entre las variables climáticas se ha calculado el factor de inflación de la varianza (VIF), que se muestra en la Tabla 4.5, para evaluar la posible presencia de colinealidad entre las variables explicativas. El VIF promedio es de 3,81, lo que permite descartar la presencia de multicolinealidad.

**Tabla 4.5.** Factor de inflación de la varianza (VIF)

<b>Variable</b>	<b>VIF</b>	<b>1/VIF</b>
TEMP	4,64	0,215384
PREC	7,44	0,134492
SEQ	1,11	0,902214
SEQ (t-1)	1,16	0,862704
INUND	2,43	0,410747
INUN (t-1)	2,16	0,462090
TAM	7,94	0,125880
END	1,75	0,571874
CREPIB	1,34	0,744370
IPA	8,16	0,122500
Media	3,81	0.455225

La estimación de los modelos (4.1) y (4.2) para las medidas de desempeño se ha realizado usando la metodología de datos de panel. Mediante la prueba de Hausman se ha obtenido una Chi-cuadrado de 1504,63 para el primer modelo y de 1247,90 para el segundo, con un p-valor de 0,000. Por lo tanto, se concluye que el modelo de efectos fijos es el más apropiado para el análisis, con un nivel de significatividad del 1%.

En la Tabla 4.6 se reportan los resultados de la estimación del modelo (4.1) tanto para el conjunto total de la muestra, así como para las cuatro submuestras analizadas según tamaño, siendo la variable dependiente ROA. Los resultados para la muestra completa

respaldan la Hipótesis 1, que sostiene existe una relación negativa entre la temperatura y el ROA, observando que, por cada incremento de un grado centígrado en la temperatura anual media, la rentabilidad sobre los activos cae 1,27%. El descenso de la rentabilidad refleja los riesgos físicos asociados a las pérdidas de los activos agrícolas que puede ser atribuido a varios factores. Por un lado, el aumento de la temperatura puede generar un estrés a la planta que alteraría su capacidad de crecimiento. Por otro lado, el aumento de la temperatura puede afectar al desarrollo de los órganos reproductivos (FAO, 2023), lo que impactaría en su capacidad de producir frutos, y finalmente en la producción. Estos resultados respaldan las conclusiones alcanzadas por Hugon & Law (2019) en Estados Unidos y Traore & Foltz (2018) en Costa de Marfil, que concluyen que existe una relación inversa entre la temperatura y los resultados en las empresas agrícolas.

Respecto de las precipitaciones, existe una relación positiva y significativa al 1%, lo que permite inferir que un menor nivel de lluvia tiene un efecto adverso sobre la producción y, por ende, sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas, encontrando que una reducción de 10mm en la lluvia media anual implica una reducción de 0,06% en la rentabilidad, lo que respalda la Hipótesis 2. Una posible explicación es que una baja cantidad de lluvia afecta la productividad de los cultivos, lo que se traduce en una menor cantidad y calidad de la cosecha, concluyendo que una reducción en el nivel de las precipitaciones supone una amenaza o riesgo para las empresas agrícolas analizadas en este estudio.

Al examinar la muestra considerando el tamaño de las empresas, se observa que la temperatura tiene un impacto negativo y significativo en la rentabilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas, pero no significativo en las grandes. En particular, las más afectadas son las microempresas, que experimentan una reducción en su rentabilidad del 1,54% cuando la temperatura media anual aumenta en un grado centígrado. Por otro lado, las pequeñas y medianas empresas experimentan una reducción del 1,04% y 0,65%, respectivamente, evidenciando que cuanto mayor es el tamaño de la empresa menor es el impacto de la temperatura, por lo que las empresas más pequeñas soportan un mayor riesgo físico. Estos resultados sugieren que las empresas de mayor tamaño cuentan con una mayor cantidad de recursos para hacer frente a las fluctuaciones climáticas logrando que el impacto en sus operaciones sea menor. Además, las empresas grandes pueden tener distribuidos sus cultivos en varias regiones del mundo, y dado que los datos recolectados respecto a las variables climáticas corresponden a la ubicación de la empresa matriz, las fluctuaciones del clima no tendrían impacto en la rentabilidad de los establecimientos ubicados en regiones distintas a su sede. En relación a las precipitaciones, se evidencia una relación significativa y positiva con la rentabilidad en

todas las submuestras analizadas, destacando que el impacto es mayor en el caso de las microempresas.

**Tabla 4.6:** Análisis multivariante del efecto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas (ROA)

VARIABLES	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	MUESTRA COMPLETA
<b>TEMP</b>	-0,01535*** [-12,288]	-0,01036*** [-14,797]	-0,00651*** [-5,698]	-0,00267 [-1,176]	-0,01265*** [-23,149]
<b>PREC</b>	0,00007*** [14,251]	0,00005*** [17,475]	0,00003*** [6,437]	0,00003*** [3,545]	0,00006*** [25,349]
<b>TAM</b>	0,00935*** [4,846]	-0,00295* [-1,715]	-0,00779*** [-2,654]	-0,01143* [-1,714]	-0,00020 [-0,211]
<b>END</b>	-0,11186*** [-26,858]	-0,08152*** [-25,532]	-0,07337*** [-12,785]	-0,09809*** [-5,523]	-0,08824*** [-39,462]
<b>VARPIB</b>	0,00153*** [10,353]	0,00050*** [6,564]	0,00013 [1,229]	0,00052** [2,427]	0,00075*** [12,55]
<b>IPA</b>	0,00027*** [9,354]	0,00018*** [12,275]	0,00011*** [6,165]	0,00014*** [4,431]	0,00019*** [17,904]
<b>Constante</b>	0,16790*** [12,480]	0,14851*** [14,693]	0,15469*** [7,684]	0,15434*** [2,802]	0,16252*** [24,134]
<b>Observaciones</b>	49.531	69.952	17.780	3.925	141.188
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0426	0,0359	0,0349	0,0578	0,0389

**Nota:** \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Estadístico *t* entre corchetes.

Dado que los riesgos físicos están vinculados a la exposición, que se refiere a la ubicación geográfica de las empresas agrícolas susceptibles de ser impactadas por eventos climáticos, en la Tabla 4.7 se presentan los resultados del modelo (4.1) dividiendo la muestra por zonas climáticas. Los resultados muestran que la temperatura impacta negativamente únicamente en la rentabilidad de las empresas ubicadas en zonas de clima continental y templado, siendo el impacto más severo en el área continental dado que un aumento de 1 °C en la temperatura genera una reducción de la rentabilidad de 1,48%, mientras que en las empresas ubicadas en zonas templadas la reducción solo es de 0,46%. Esto puede deberse a que las especies que se desarrollan en estos tipos de clima requieren un periodo apropiado de horas de frío durante su letargo para poder florecer y crecer de manera correcta, por lo que la exposición a mayores temperaturas puede afectar el desarrollo de los órganos reproductivos lo que impactaría en su producción (FAO, 2023). Por otro lado, una reducción en el nivel de las precipitaciones conlleva una disminución de la rentabilidad en las empresas ubicadas en climas continentales y tropicales. Debido al

reducido número de observaciones en las submuestras de las zonas climáticas polares y secas, es posible que estas no sean representativas, por ende, que los resultados sean menos robustos.

**Tabla 4.7:** Análisis multivariante del efecto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas (ROA) por zona climática.

VARIABLES	Continental	Templado	Tropical	Seco	Polar
<b>TEMP</b>	-0,01483*** [-23,769]	-0,00463*** [-4,549]	0,00523 [1,240]	-0,03057 [-1,284]	0,08175** [3,587]
<b>PREC</b>	0,00013*** [30,090]	-0,00001 [-1,633]	0,00006*** [9,463]	-0,00004 [-0,324]	-0,0002 [-0,951]
<b>TAM</b>	-0,00147 [-1,226]	0,00044 [0,248]	-0,00529 [-1,487]	-0,00237 [-0,075]	-0,0684 [-1,282]
<b>END</b>	-0,10511*** [-34,690]	-0,05836*** [-18,276]	-0,03278*** [-4,315]	-0,04361** [-2,710]	-0,07321 [-0,777]
<b>VARPIB</b>	0,00083*** [7,989]	0,00050*** [6,757]	0,00050*** [3,090]	0,00225 [1,251]	-0,00450* [-2,049]
<b>IPA</b>	0,00039*** [20,404]	-0,00004 [-0,551]	0,00012*** [9,531]	0,00014 [0,270]	-0,00159 [-0,918]
<b>Constante</b>	0,10536*** [15,675]	0,13914*** [8,492]	-0,17779 [-1,522]	0,71402 [1,429]	0,57869 [1,899]
<b>Observaciones</b>	96.720	35.664	8.671	101	32
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0519	0,0222	0,0552	0,0193	0,0942

**Nota:** \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Estadístico *t* entre corchetes.

En la Tabla 4.8 se presentan los resultados de la segunda parte del análisis incorporando los eventos naturales extremos, como las sequías y las inundaciones, que se toman como subrogados de los riesgos agudos en el modelo de regresión (4.2). Los resultados en relación a la temperatura y las precipitaciones son consistentes con los obtenidos con el modelo (4.1). En relación a las sequías, cuando se analiza la muestra completa, los resultados muestran que la ocurrencia de este evento no tiene un efecto significativo en la rentabilidad de ese año, pero sí generan un impacto en el año posterior (SEQ\_1). Esto puede explicarse por el hecho de que las sequías disminuyen la fertilidad del suelo, lo que afecta a la capacidad de crecimiento de las plantas y, en consecuencia, se produce una reducción significativa de los rendimientos de los cultivos e incluso pérdidas de la cosecha, lo que impactaría en el nivel de ventas del año posterior al evento. Hay que destacar que el impacto es mayor en las microempresas (-3,6%) en comparación con las pequeñas (-0,9%) y medianas (-0,3%). Sin embargo, no se evidencia un impacto significativo en las grandes empresas seguramente por los motivos ya señalados anteriormente. Estos resultados respaldan la Hipótesis 3, destacando que las microempresas son las más

afectadas, soportando un mayor riesgo físico, ya que en general no tienen acceso a la infraestructura adecuada para hacer frente a las consecuencias de las sequías. Un ejemplo concreto es la ausencia de un sistema de riego avanzado, y dado que los cultivos dependen del agua para desarrollarse, la escasez de este recurso puede afectar a la producción y, en consecuencia, al nivel de ingresos, lo que a su vez reduce los márgenes de beneficios de las empresas.

Por último, en relación a las inundaciones, los resultados respaldan la Hipótesis 4, ya que se observa una asociación negativa entre la variable de interés y la rentabilidad salvo para la submuestra de las grandes empresas. La ocurrencia de una inundación tiene un efecto negativo y significativo en la rentabilidad del año en que ocurre el evento, sin embargo, este impacto no se extiende, ya que no se traduce en un efecto en la rentabilidad del año siguiente (INUND\_1). Los efectos de las inundaciones en la rentabilidad de las empresas agrícolas pueden ser atribuidos a varias razones. En primer lugar, pueden ocasionar daños físicos a las plantas, afectando a su capacidad de crecimiento, lo que puede tener repercusiones en la producción. En segundo lugar, las inundaciones pueden tener un impacto significativo en la infraestructura agrícola, dado que la maquinaria y los sistemas de riego pueden sufrir daños, generando un aumento de los costes debido a la reposición o reparación de los activos. Finalmente, las inundaciones generan hábitats propicios para el desarrollo de enfermedades y la proliferación de plagas que pueden causar el deterioro de la salud de las plantas y afectar a su rendimiento (FAO, 2017, 2021).

Cuando se examina la muestra en función del tamaño se observa que el impacto de las inundaciones es mayor en las pequeñas y microempresas. Esto se debe a que estas empresas cuentan con recursos financieros limitados para hacer frente a los daños causados por las inundaciones, por lo que, como resultado, su capacidad de recuperación va a ser menor. Además, las empresas de menor tamaño generalmente no cuentan con seguros agrícolas, o de contar con ellos su cobertura es limitada, por lo que, ante eventos como inundaciones, deberán afrontar gran parte de los costes.

En resumen, los resultados muestran que las grandes empresas no ven afectada su rentabilidad por la temperatura, la ocurrencia de sequías o inundaciones. No obstante, su desempeño sí se ve afectado por la disminución de las precipitaciones, aunque el impacto es mínimo, lo que podría deberse a varias razones. En primer lugar, cuentan con mayor experiencia en el sector y han sido capaces de analizar y evaluar qué cultivos son más resistentes a determinadas variables climáticas en cada región donde desarrollan su actividad. En segundo lugar, han logrado externalizar su producción a otras regiones, lo que les permite reducir costes y especializarse según el área geográfica, reduciendo el

riesgo de pérdidas por factores climáticos. Estos resultados se encuentran en línea con lo encontrado por Hugon & Law (2019), que concluyen que las empresas de mayor tamaño y más diversificadas reducen de manera significativa los efectos negativos del clima.

En relación a las variables de control, la estructura financiera de las empresas y el crecimiento económico tienen una relación significativa negativa y positiva, respectivamente. Estos resultados son consistentes con la literatura previa (Buallay, 2021; Liu & Xu, 2021; Thai et al., 2023). Respecto al índice de precios agrícolas, la evidencia muestra que existe una relación positiva y significativa con la rentabilidad. Sin embargo, cuando se analiza el tamaño de la empresa, los resultados no son homogéneos, ya que se observa un efecto significativo y positivo en la submuestra de las microempresas, mientras que es negativo en el caso de las medianas y grandes.

**Tabla 4.8:** Análisis multivariante del efecto del conjunto de variables climáticas sobre el desempeño de las empresas (ROA)

VARIABLES	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	MUESTRA COMPLETA
<b>TEMP</b>	-0,01563*** [-12,422]	-0,01092*** [-15,521]	-0,00635*** [-5,596]	-0,00239 [-1,034]	-0,01324*** [-23,791]
<b>PREC</b>	0,00007*** [13,828]	0,00006*** [18,411]	0,00003*** [6,859]	0,00003*** [3,504]	0,00007*** [25,858]
<b>SEQ</b>	-0,00880*** [-3,110]	0,00216 [1,571]	0,00123 [0,638]	0,00155 [0,446]	0,00114 [1,090]
<b>INUND</b>	-0,00120** [-2,551]	-0,00184*** [-6,910]	-0,00096** [-2,490]	0,00065 [1,020]	-0,00125*** [-6,380]
<b>SEQ_1</b>	-0,03606*** [-15,797]	-0,00983*** [-8,711]	-0,00364** [-2,381]	-0,00037 [-0,146]	-0,01369*** [-15,561]
<b>INUND_1</b>	0,00010 [0,220]	-0,00033 [-1,243]	-0,00090** [-2,193]	-0,00001 [-0,012]	-0,00017 [-0,867]
<b>TAM</b>	0,01117*** [5,772]	-0,00195 [-1,128]	-0,00802*** [-2,727]	-0,01134* [-1,702]	0,00027 [0,285]
<b>END</b>	-0,11106*** [-26,631]	-0,08044*** [-25,301]	-0,07240*** [-12,541]	-0,09848*** [-5,559]	-0,08713*** [-38,994]
<b>VARPIB</b>	0,00142*** [9,462]	0,00055*** [7,076]	0,00014 [1,307]	0,00047** [2,226]	0,00074*** [12,274]
<b>IPA</b>	0,00007** [2,289]	0,00017*** [10,726]	0,00011*** [6,353]	0,00013*** [4,191]	0,00015*** [13,814]
<b>Constante</b>	0,19085*** [13,955]	0,15036*** [14,830]	0,15409*** [7,661]	0,15041*** [2,733]	0,17029*** [25,061]
<b>Observaciones</b>	49.531	69.952	17.780	3.925	141.188
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0493	0,0379	0,0360	0,0573	0,0411

Nota: \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Estadístico *t* entre corchetes.

#### 4.4. Análisis de robustez

Con el propósito de validar la solidez de los resultados obtenidos, en este apartado se utiliza el rendimiento sobre las ventas (ROS) como medida de desempeño para captar la influencia de las variables climáticas sobre ella. Con este fin replicamos la Tabla 4.7 pero utilizando el ROS como variable dependiente. La Tabla 4.9 reporta los resultados obtenidos para la estimación de la expresión (4.1).

Los resultados en relación con la temperatura en las zonas climáticas continental y templada coinciden en cuanto signo y significatividad con los resultados presentados en la Tabla 4.7, ya que se observa que el aumento de temperatura tiene un efecto negativo en la rentabilidad sobre las ventas de las empresas ubicadas en estas dos zonas, siendo el efecto más pronunciado en el área continental. Sin embargo, a diferencia de lo observado en la Tabla 4.7, para el caso del ROS se resalta que un incremento de 1 °C en las zonas tropicales conlleva a un aumento del 2,09% en esta rentabilidad. En cuanto a las precipitaciones, se sigue observando que una disminución en los niveles de lluvia se traduce en una reducción de la rentabilidad de las empresas situadas en climas continentales y tropicales. Sin embargo, en este nuevo análisis también se observa una reducción de la rentabilidad cuando aumentan las precipitaciones en las zonas templadas.

**Table 4.9:** Análisis multivariante del efecto de la temperatura y las precipitaciones sobre el desempeño de las empresas (ROS) por zona climática

VARIABLES	Continental	Templado	Tropical	Seco	Polar
<b>TEMP</b>	-0,02271*** [-27,363]	-0,00355** [-2,178]	0,02092*** [2,989]	-0,06785* [-1,779]	0,10223** [3,040]
<b>PREC</b>	0,00017*** [31,249]	-0,00001** [-2,043]	0,00012*** [10,673]	-0,00013 [-0,850]	-0,00008 [-0,284]
<b>TAM</b>	0,04463*** [27,854]	0,02605*** [9,241]	0,01735*** [3,405]	-0,00319 [-0,070]	-0,01071 [-0,161]
<b>END</b>	-0,11616*** [-28,553]	-0,05744*** [-10,601]	-0,04897*** [-3,655]	-0,02723 [-0,817]	-0,19923* [-2,404]
<b>VARPIB</b>	0,00172*** [11,825]	0,00139*** [10,468]	0,00078*** [2,842]	0,00544 [1,426]	-0,00691** [-3,219]
<b>IPA</b>	0,00062*** [24,105]	-0,00022*** [-3,098]	0,00015*** [8,757]	0,00114 [1,515]	-0,00249 [-1,067]
<b>Constante</b>	-0,00464 [-0,535]	0,08868*** [3,422]	-0,76686*** [-3,954]	1,43252* [1,799]	0,35761 [0,657]
<b>Observaciones</b>	96.720	35.664	8.671	101	32
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0645	0,0137	0,0504	0,0535	0,0881

**Nota:** \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Estadístico *t* entre corchetes.

Al igual que en el análisis anterior, replicamos la Tabla 4.8 usando como variable dependiente al ROS. La Tabla 4.10 muestra los resultados obtenidos para la estimación de la expresión (4.2).

Los resultados relacionados con los riesgos físicos crónicos, como la temperatura y las precipitaciones, concuerdan con las estimaciones principales y refuerzan los resultados encontrados anteriormente al obtener una relación negativa y significativa al 1% entre la temperatura y la rentabilidad de las empresas del sector agrícola salvo en las empresas grandes. Asimismo, respaldan la relación positiva existente entre las precipitaciones y el desempeño de las empresas, también significativa al 1%.

En cuanto a las sequías, los resultados corroboran la conclusión de que los riesgos derivados de estos eventos extremos ejercen un impacto negativo y significativo en las microempresas. Debido a su tamaño y recursos limitados, estas empresas suelen ser más vulnerables a las condiciones climáticas adversas. Al igual que en la Tabla 4.8, las sequías tienen un impacto sobre la rentabilidad del siguiente periodo (SEQ\_1) y su efecto es superior en las microempresas (-4,58%), si bien no se observa un impacto significativo en las medianas y grandes. A diferencia de los resultados del modelo (4.2) con ROA, las inundaciones sí tienen un impacto en la rentabilidad sobre las ventas del siguiente año (INUND\_1) en la muestra completa, aunque es muy bajo (0,053%). Estos resultados permiten corroborar que efectivamente las empresas se ven expuestas a altos riesgos físicos agudos, que se traducen en menos ingresos en ese periodo y en el periodo posterior, y mayores costes que generan un impacto negativo sobre los resultados. Por consiguiente, los resultados obtenidos en este análisis de sensibilidad respaldan, en general, los resultados reportados en la Tabla 4.8 al validar las conclusiones sobre las variables climáticas.

En cuanto a las variables de control a nivel empresa, se puede observar una relación negativa y significativa entre la estructura financiera de la empresa y su desempeño (Buallay, 2021; Liu & Xu, 2021; Scafarto et al., 2016; Thai et al., 2023). Al mismo tiempo, se evidencia una relación positiva y significativa entre el tamaño y la rentabilidad en todas las submuestras analizadas, excepto en las grandes (Buallay, 2021; Liu & Xu, 2021). Respecto a las variables de control macroeconómicas, los resultados muestran que el crecimiento de la economía y el índice de precios agrícolas presentan una relación significativa y positiva con la rentabilidad.



**Tabla 4.10:** Análisis multivariante del efecto del conjunto de variables climáticas sobre el desempeño de las empresas (ROS)

VARIABLES	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	MUESTRA COMPLETA
<b>TEMP</b>	-0,01984*** [-13,619]	-0,01683*** [-15,706]	-0,00898*** [-4,351]	-0,00702 [-1,596]	-0,01825*** [-23,671]
<b>PREC</b>	0,00008*** [13,926]	0,00010*** [16,388]	0,00008*** [6,370]	0,00005*** [2,759]	0,00009*** [23,469]
<b>SEQ</b>	-0,01151*** [-3,164]	-0,00060 [-0,215]	0,00370 [0,805]	-0,00052 [-0,081]	-0,00079 [-0,419]
<b>INUND</b>	-0,00182*** [-3,431]	-0,00259*** [-5,796]	-0,00134 [-1,613]	0,00190 [1,489]	-0,00176*** [-5,708]
<b>SEQ_1</b>	-0,04579*** [-16,557]	-0,01997*** [-10,516]	-0,00317 [-0,946]	-0,00154 [-0,286]	-0,02103*** [-15,633]
<b>INUND_1</b>	0,00037 [0,691]	-0,00061 [-1,362]	-0,00151* [-1,836]	0,00077 [0,538]	-0,00053* [-1,701]
<b>TAM</b>	0,04823*** [21,659]	0,04836*** [18,290]	0,03526*** [6,046]	0,01837 [1,496]	0,04199*** [31,368]
<b>END</b>	-0,09644*** [-20,251]	-0,10115*** [-19,110]	-0,09458*** [-8,701]	-0,14160*** [-5,284]	-0,09606*** [-30,021]
<b>VARPIB</b>	0,00196*** [10,977]	0,00175*** [12,882]	0,00138*** [5,718]	0,00014 [0,264]	0,00172*** [18,206]
<b>IPA</b>	0,00009*** [3,030]	0,00022*** [10,908]	0,00025*** [5,494]	0,00014** [2,438]	0,00022*** [15,001]
<b>Constante</b>	0,14778*** [9,410]	0,05630*** [3,721]	-0,01606 [-0,414]	0,06157 [0,612]	0,09556*** [10,278]
<b>Observaciones</b>	49.531	69.952	17.780	3.925	141.188
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0542	0,0393	0,0282	0,0271	0,0458

**Nota:** \*\*\*, \*\*, \* significativo al 1%, 5%, 10%, respectivamente. Estadístico *t* entre corchetes.

#### 4.5. Conclusiones

A pesar de los diversos acuerdos adoptados por la comunidad internacional con el fin de limitar el aumento de temperatura, los riesgos asociados al cambio climático son cada vez más evidentes. Fenómenos climáticos extremos como sequías, inundaciones u olas de calor son cada vez más frecuentes e intensos y sus impactos sobre la economía, la sociedad y el medioambiente son significativos, destacando entre ellos la pérdida de biodiversidad, la degradación de los ecosistemas, pérdidas económicas en sectores productivos y un mayor riesgo en la seguridad alimentaria. Por lo que, efectivamente, las variaciones climáticas tienen un impacto en la economía. Varios autores concluyen que el aumento de la temperatura tiene repercusiones en el crecimiento económico de los países,

particularmente en aquellos que se encuentran en vías de desarrollo y cuyas economías dependen en gran medida de la agricultura. Esto se debe principalmente a que los incrementos de la temperatura afectan a la producción de varios sectores (Dell et al., 2012, 2014; Hsiang, 2010; Jain et al., 2020).

Esta evidencia pone de manifiesto que en la actualidad las empresas se están enfrentando a altos costes a causa del calentamiento global relacionados con los riesgos físicos que suponen las consecuencias del cambio climático sobre la actividad económica de las empresas. La agricultura, indudablemente, es uno de los sectores más vulnerables, dado que las variaciones climáticas afectan a la productividad, la calidad de los cultivos, y a los activos empresariales (IPCC, 2022). A nivel microeconómico, a pesar de que existen investigaciones que examinan cómo el clima influye en el rendimiento empresarial, estos se han focalizados en ciertas zonas geográficas (Addoum et al., 2020; Hugon & Law, 2019). Con la finalidad de contribuir a la corriente de literatura sobre las finanzas climáticas, se amplía el alcance del análisis y se evalúa el impacto de las variables climáticas en el desempeño financiero de las empresas agrícolas a nivel global, centrándonos en dos categorías de riesgos climáticos: los riesgos físicos crónicos, representados por dos variables de evolución paulatina, la temperatura y las precipitaciones; y los riesgos físicos agudos, relacionados con eventos meteorológicos extremos, como las inundaciones y sequías.

Los resultados encontrados en el análisis están en línea con lo esperado y confirman que el aumento de la temperatura efectivamente tiene un impacto negativo sobre la rentabilidad de las empresas agrícolas. Este efecto se debe a que el incremento de la temperatura aumenta las demandas energéticas de las plantas para respirar, lo que puede afectar a su capacidad de crecimiento y, por ende, perjudicar la producción agrícola. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas (Traore & Foltz, 2018), observando además que las microempresas son las más perjudicadas, mientras que, a medida que el tamaño de las empresas aumenta, el impacto de la temperatura sobre la rentabilidad disminuye gradualmente. En la misma línea, los riesgos físicos que enfrentan las empresas agrícolas están vinculados al grado de exposición, relacionado a su ubicación geográfica, destacando que los efectos de la temperatura se concentran en aquellas empresas ubicadas en zonas de clima continental y templado, siendo el impacto más severo en el área continental, ya que los aumentos de la temperatura inciden en el proceso de letargo de los cultivos que afecta finalmente a su desarrollo. Estos resultados difieren de lo expuesto por Mendelsohn & Massetti (2017) y Tan et al. (2021) quienes sostienen que los aumentos de temperatura serán más desfavorables en aquellos países situados en climas más cálidos. Por otro lado, se observa que una disminución de la precipitación media

anual está asociada con una reducción de la rentabilidad de ese periodo. La disminución de los niveles de lluvia conlleva a una menor productividad agrícola, destacando que el efecto es mayor en las microempresas. En relación a las zonas climáticas, nuestros resultados muestran que el desempeño de las empresas ubicadas en las zonas continentales y tropicales, experimenta un mayor impacto cuando se produce una reducción de los niveles de lluvia.

En lo que respecta a los riesgos físicos agudos relacionados con eventos naturales extremos, nuestra evidencia empírica muestra que las sequías solo afectan al desempeño de las microempresas en el año en que ocurre el evento. Sin embargo, sus consecuencias repercutirán en la rentabilidad del periodo siguiente en casi todas las empresas excepto en las grandes. En la misma línea, las inundaciones también tienen un impacto sobre la rentabilidad de las empresas, siendo mayor en las micro y pequeñas. Estos resultados permiten afirmar que los fenómenos climáticos extremos tienen un efecto sobre la producción agrícola, afectando tanto a las fases de germinación, crecimiento y de reproducción, lo que resulta en una disminución de los rendimientos agrícolas y en la generación de costes adicionales para las empresas.

En resumen, las micro y pequeñas empresas en el sector agrícola se enfrentan a mayores costes asociados a los riesgos físicos que resultan del cambio climático, que impactan no solo en las operaciones de la empresa en el año de su ocurrencia sino también en el periodo posterior. Contrariamente, las grandes empresas no ven afectada su rentabilidad a causa de los riesgos físicos, excepto por las precipitaciones. Esto puede deberse a que tienen mayores recursos financieros que les permite implementar sistemas de riego para tratar el déficit de agua en las sequías y sistemas de drenajes que permiten facilitar el flujo de agua cuando se registra una inundación, logrando así mitigar los desafíos relacionados con los riesgos climáticos. Además, es probable que estas empresas hayan externalizado su producción a otros países, adaptándose a las condiciones locales y logrando reducir costes. Los resultados expuestos permiten corroborar que los riesgos físicos derivados del cambio climático inciden en las empresas agrícolas en especial en las micro y pequeñas, por lo que se deberán adoptar estrategias acordes a la zona geográfica que permitan mitigar los daños causados.

Debido a que hasta el momento no se han logrado los objetivos de limitar el aumento de la temperatura, se espera que en el futuro las fluctuaciones climáticas se intensifiquen, lo que resultará en un aumento de la temperatura y una mayor ocurrencia de fenómenos naturales extremos y, dado que la agricultura es vulnerable a las variables climáticas, se espera un mayor impacto sobre la producción y, por ende, sobre los resultados. Estos

resultados son relevantes tanto para los responsables de formular políticas públicas como para las empresas. En primer lugar, los gobiernos deben formular políticas públicas que garanticen el acceso al financiamiento asequible en el sector agrícola (Wu et al., 2022). Las micro y pequeñas empresas en comparación con las grandes empresas enfrentan mayores limitaciones para acceder a una financiación a bajo coste, por lo que es esencial que se implementen políticas y programas gubernamentales con el objetivo de eliminar o reducir estas limitaciones. Estas acciones permitirán impulsar la innovación agrícola y mitigar así los impactos ocasionados por los fenómenos climáticos, así como el desarrollo de infraestructuras resistentes a eventos extremos, con la finalidad de que los impactos sobre la agricultura sean menores y afecten en menor medida el desempeño. Además, se deben establecer o dar a conocer los fondos de ayuda para apoyar a los agricultores en caso de pérdidas por eventos climáticos extremos (en especial a las micro y pequeñas empresas), y brindar apoyo técnico a los agricultores para que diversifiquen sus cultivos a aquellos más resistentes a ciertas condiciones climáticas.

## Referencias

- Addoum, J. M., Ng, D. T., & Ortiz-bobea, A. (2020). Temperature Shocks and Establishment Sales. *The Review of Financial Studies*, 607. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz126>
- Anton, S. G. (2021). The impact of temperature increase on firm profitability. Empirical evidence from the European energy and gas sectors. *Applied Energy*, 295(11), 117051. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117051>
- Archer, E., Landman, W., Malherbe, J., Tadross, M., & Pretorius, S. (2019). South Africa's winter rainfall region drought: A region in transition? *Climate Risk Management*, 25(May), 100188. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.100188>
- Ashraf, S., Iftikhar, M., Shahbaz, B., Khan, G. A., & Luqman, M. (2013). Impacts of flood on livelihoods and food security of rural communities: A case study of southern Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50(4), 751–758.
- Buallay, A. (2021). Sustainability reporting and agriculture industries' performance: worldwide evidence. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 12(5), 769–790. <https://doi.org/10.1108/JADEE-10-2020-0247>
- Cevik, S., & Miryugin, F. (2022). Rogue Waves: Climate Change and Firm Performance. In *Comparative Economic Studies* (Issue 0123456789). Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/s41294-022-00189-0>
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66–95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>

- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), 740–798. <https://doi.org/10.1257/jel.52.3.740>
- EM-DAT. (2022). *EM-DAT Glossary*. <https://www.emdat.be/>
- FAO. (2017). The impact of disasters and crises on agriculture and food security. In *Food and Agriculture Organization*.
- FAO. (2021). *The impact of disasters and crises on agriculture and food security*. In *Food and Agriculture Organization*.
- FAO. (2022). *Producer Prices*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/>
- FAO. (2023). *Climate change impact on crop production - need for adaptation to climate change*. Food and Agriculture Organization of the United States. <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b1-crops/chapter-b1-1/en/>
- Hlavinka, P., Trnka, M., Semerádová, D., Dubrovský, M., Žalud, Z., & Možný, M. (2009). Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic. In *Agricultural and Forest Meteorology* (Vol. 149, Issues 3–4). <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.09.004>
- Hsiang, S. M. (2010). Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(35). <https://doi.org/10.1073/pnas.1009510107>
- Hugon, A., & Law, K. K. F. (2019). Impact of Climate Change on Firm Earnings : Evidence from Temperature Anomalies. In *SSRN Electronic Journal*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3271386#:~:text=In%20economic%20terms%2C%20a%201,change%20\(extreme%20climate%20index\).](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3271386#:~:text=In%20economic%20terms%2C%20a%201,change%20(extreme%20climate%20index).)
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2023). Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report. In *Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.4324/9781315071961-11>
- Jain, A., Sullivan, R. O., & Taraz, V. (2020). Temperature and economic activity : evidence from India Temperature and economic activity : evidence from India. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/21606544.2020.1727776>
- Jones, R. L., Guha-Sapir, D., & Tubeuf, S. (2022). Human and economic impacts of natural disasters: can we trust the global data? In *Scientific Data* (Vol. 9, Issue 1). Springer US. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01667-x>
- Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E., & Ludena, C. E. (2022). Economic effects of climate change on agricultural production and productivity in Latin America and the Caribbean ( LAC ). *Agricultural Economics*, April 2021, 321–332. <https://doi.org/10.1111/agec.12682>

- Liu, L., & Xu, J. (2021). How does working capital management affect firm profitability in China's agricultural sector? *Custos e Agronegocio*, 17(4), 72–91.
- Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/1/014002>
- Mendelsohn, R. O., & Massetti, E. (2017). The Use of Cross-Sectional Analysis to Measure Climate Impacts on Agriculture: Theory and Evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 280–298. <https://doi.org/10.1093/reep/rex017>
- Nguyen, C. T. (2022). Measuring the impact of climate change on agriculture in Vietnam: A panel Ricardian analysis. *Agricultural Economics*, December 2020, 37–51. <https://doi.org/10.1111/agec.12677>
- Posthumus, H., Morris, J., Hess, T. M., Neville, D., Phillips, E., & Baylis, A. (2009). Impacts of the summer 2007 floods on agriculture in England. *Journal of Flood Risk Management*, 2(3), 182–189. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2009.01031.x>
- Potopová, V., Štěpánek, P., Farda, A., Türkott, L., Zahradníček, P., & Soukup, J. (2016). Impacto de las sequías en la producción de los cultivos en el bajo Río Elba entre 1961 y 2014. *Cuadernos de Investigación Geografica*, 42(1), 127–143. <https://doi.org/10.18172/cig.2924>
- Scafarto, V., Ricci, F., & Scafarto, F. (2016). Intellectual capital and firm performance in the global agribusiness industry: The moderating role of human capital. *Journal of Intellectual Capital*, 17(3), 530–552. <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2015-0096>
- Shi, W., & Tao, F. (2014). Vulnerability of African maize yield to climate change and variability during 1961-2010. *Food Security*, 6(4), 471–481. <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0370-4>
- Sonwa, D. J., Dieye, A., Mzouri, E. El, Majule, A., Mugabe, T., Omolo, N., Wouapi, H., Obando, J., Brooks, N., Sonwa, D. J., Dieye, A., Mzouri, E. El, Majule, A., Mugabe, F. T., Omolo, N., Wouapi, H., Obando, J., & Brooks, N. (2017). Drivers of climate risk in African agriculture. *Climate and Development ISSN*;, 5529. <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1167659>
- Tan, L., Zhou, K., Zheng, H., & Li, L. (2021). Revalidation of temperature changes on economic impacts: a meta-analysis. *Climatic Change*, 168(1–2), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03213-x>
- Tankov, P., & Tantet, A. (2019). Climate Data for Physical Risk Assessment in Finance. *SSRN Electronic Journal*, 1–25. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3480156>
- Taraz, V. (2018). Can farmers adapt to higher temperatures? Evidence from India. *World Development*, 112, 205–219. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.006>
- Thai, H. M., Nguyen Thuc Huong, G., Nguyen, T. T., Pham, H. T., Nguyen, H. T. K., & Vu, T. H. (2023). Impacts of climate change risks on financial performance of listed firms in agriculture industries in Vietnam. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*. <https://doi.org/10.1108/JADEE-07-2022-0137>
- Traore, N., & Foltz, J. (2018). Temperatures, productivity, and firm competitiveness in developing countries: Evidence from Africa. *University of Wisconsin Madison*, 1–56.

- Turrall, H., Burke, J., & Faurès, J.-M. (2011). *Climate Change, water and food security* (Issue 1).
- Venkatappa, M., & Sasaki, N. (2021). Datasets of drought and flood impact on croplands in Southeast Asia from 1980 to 2019. *Data in Brief*, 38, 107406. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107406>
- World Meteorological Organization WMO. (2021). *Los desastres de índole meteorológica han aumentado en los últimos 50 años y han causado más daños, pero menos muertes.* World Meteorological Organization. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/los-desastres-de-índole-meteorológica-han-aumentado-en-los-últimos-50>
- World Meteorological Organization WMO. (2022). *La Organización Meteorológica Mundial cifra en un 50 % la probabilidad de que en los próximos cinco años la temperatura mundial supere transitoriamente en 1,5 °C los valores preindustriales.* World Meteorological Organization. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-organización-meteorológica-mundial-cifra-en-un-50-la-probabilidad-de>
- World Meteorological Organization WMO. (2023). *Past eight years confirmed to be the eight warmest on record.* Organización Meteorológica Mundial. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/past-eight-years-confirmed-be-eight-warmest-record>
- Wu, N., Xiao, W., Liu, W., & Zhang, Z. (2022). Corporate climate risk and stock market reaction to performance briefings in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 53801–53820. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19479-2>
- Xiao, Y. (2011). Local economic impacts of natural disasters. *Journal of Regional Science*, 51(4), 804–820. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2011.00717.x>





## **Conclusiones**



Dada la crítica situación que está atravesando el planeta a causa del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero, la problemática del cambio climático va en aumento. Los síntomas derivados de este fenómeno han ocasionado diversas consecuencias, como cambios en los ecosistemas y la pérdida de la diversidad biológica, además de afectaciones en la salud de la población, e impactos en la economía. Es por esto que en las últimas décadas han surgido diversas iniciativas internacionales destinadas a combatir el cambio climático. Una de las que ha contado con mayor reconocimiento es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, cuyo objetivo es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Como parte de la convención se han aprobado dos acuerdos de gran relevancia, como son el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París.

A pesar de estos acuerdos y de las políticas nacionales creadas por los países firmantes para reducir las emisiones y limitar el aumento de temperatura, hasta el momento las medidas implementadas no han sido lo suficientemente ambiciosas para alcanzar los objetivos planteados. Como resultado, se ha observado un aumento del 50% de las emisiones de GEI en los últimos 30 años. Además, se ha registrado un aumento de la temperatura media global de 1,1 °C, así como un incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos como tormentas, incendios forestales, inundaciones y sequías, lo que ha tenido consecuencias sobre el desempeño operativo de las empresas y sobre la economía. Las proyecciones realizadas por el IPCC estiman que la temperatura media global podría aumentar aproximadamente en 2,7 °C para el año 2100. Esto implica una intensificación de las repercusiones observadas hasta el momento, elevando los riesgos asociados al cambio climático, que se tornan cada vez más evidentes. Aunque las consecuencias del cambio climático todavía no se han manifestado en su totalidad, se han podido comprender y clasificar los posibles impactos que podrían surgir y afectar a la estabilidad financiera de las empresas, siendo estos los riesgos físicos y de transición. Los primeros, asociados a eventos climáticos como el aumento de la temperatura, inundaciones, sequías, entre otros, que pueden ocasionar daños en los activos de una empresa e impactar en sus operaciones; y el segundo derivado de prácticas relacionadas con la transición hacia una economía baja en carbono.

Dado el relevante papel de los mercados financieros en la canalización de recursos hacia una economía verde y en la medición y valoración de los riesgos asociados al cambio climático, así como la creciente relevancia que han adquirido los temas medioambientales en las finanzas, especialmente por los riesgos y costes asociados a la implementación de políticas climáticas y eventos meteorológicos extremos, a lo largo de la presente Tesis

Doctoral se han desarrollado cuatro trabajos empíricos que abordan el impacto en los mercados bursátiles de eventos programados en la lucha contra el cambio climático, como los acuerdos globales y conferencias de las partes (capítulo 1), las noticias relacionadas con causas y síntomas relevantes del cambio climático (capítulo 2), los factores determinantes de estas reacciones (capítulo 3) y el impacto de fenómenos climáticos y meteorológicos en el desempeño de las empresas agrícolas (capítulo 4). A continuación, se presenta una síntesis de las conclusiones que emergen del trabajo de la Tesis, abordando de forma clara y precisa los resultados obtenidos en los capítulos previos y ofreciendo una perspectiva amplia sobre las contribuciones de la investigación.

En relación al capítulo 1, nuestro objetivo ha sido examinar la reacción de los mercados bursátiles de 23 países pertenecientes a Europa, Latinoamérica y Norteamérica frente a eventos programados en la lucha contra el cambio climático con el fin de aportar evidencia asociada al riesgo de transición. Teniendo en cuenta la diversidad de las economías examinadas, anticipamos una respuesta dispar según la región acorde al nivel de adopción de los acuerdos internacionales en sus políticas nacionales. Nuestros resultados nos permiten concluir que efectivamente en Europa gran parte de los sectores experimentaron una respuesta negativa a los eventos relacionados con el Acuerdo de París y el Protocolo de Kioto, asociada al nivel de compromiso de la Unión Europea en la lucha contra el cambio climático, lo que ha dado lugar a la fijación de metas ambiciosas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> entre los países que la conforman en comparación con otras economías. Todo esto ha supuesto que en los mercados se perciba que el respaldo y la firma de estos acuerdos implique un mayor riesgo de transición, riesgo asociado con la implementación de políticas nacionales que restrinjan aún más las emisiones y fomenten una mayor eficiencia energética, elevando los costes relacionados con la aplicación de prácticas bajas en carbono. Asimismo, nuestros resultados sugieren que en la Unión Europea las empresas que generan mayores niveles de contaminación a través de las emisiones de CO<sub>2</sub> no experimentan un impacto negativo significativamente mayor en el precio de sus acciones en respuesta a los anuncios sobre acuerdos climáticos en comparación a las menos contaminantes. Pensamos que esto responde al hecho de que a pesar de que se ha llegado al acuerdo de reducir las emisiones no se han establecido la proporción que corresponde a cada sector en esa disminución.

En el contexto latinoamericano, resulta sorpresivo que, a pesar de que la región no se ha destacado en materia de política ambiental debido a que se ha puesto mayor énfasis en las políticas económicas con el objetivo de generar un mayor crecimiento, los sectores de actividad reaccionaron al menos a un anuncio vinculado con tratados internacionales y, en

gran parte, las reacciones fueron negativas. Esto puede explicarse por varias razones. En primer lugar, en relación al Protocolo de Kioto la respuesta negativa podría derivarse de la percepción de los inversores de que el acuerdo se amplíe en el futuro y comprometa también a los países en desarrollo a las reducciones de las emisiones afectando, entre otros, a los sectores más contaminantes de la región, cuya economía depende en gran medida de estos sectores. En segundo lugar, estos acuerdos comprometen a regiones como la Unión Europea a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que una de las medidas a tomar sería limitar el uso de combustibles fósiles, incentivando la adopción de energías más limpias. Esto podría llevar a los inversores en estos sectores a que anticipen una reducción de la demanda futura afectando así a los flujos de caja de las empresas del sector de energía latinoamericanas.

Por último, en relación a Norteamérica, la resistencia de las administraciones republicanas a comprometerse con los acuerdos climáticos globales, así como su postura proteccionista hacia las industrias intensivas en carbono, han resultado en la falta de adopción de políticas nacionales eficientes en temas ambientales que permitan la reducción de las emisiones de forma ambiciosa. Este escenario ha llevado a que los mercados reaccionen de forma positiva a los anuncios dado que los inversores interpretan que estos eventos no ejercerán ninguna presión sobre la regulación nacional, lo que les otorgará una ventaja competitiva sobre industrias similares en otras regiones que se verán obligadas a contribuir a la mitigación del cambio climático, lo que se traduciría en un aumento de los costes.

En lo que respecta al capítulo 2, el objetivo ha sido analizar la reacción de 23 mercados bursátiles a los anuncios relacionados tanto con las causas (récords de concentraciones de CO<sub>2</sub>) como con los síntomas del cambio climático (récords de temperatura y colapsos de plataformas de hielo en el Ártico y la Antártida), relacionando la primera con el riesgo de transición y las segundas con el riesgo físico. La evidencia obtenida permite concluir que los mercados bursátiles analizados valoran el riesgo de transición asociado a los anuncios de récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, causa principal del cambio climático. En particular, los anuncios divulgados por la Organización Meteorológica Mundial provocan que en el 57% de los países evaluados, incluyendo países latinoamericanos, europeos, norteamericanos y asiáticos, muestren pérdidas de riqueza significativas, que inferimos están asociadas al control de las emisiones de los GEI, en particular del CO<sub>2</sub>. La respuesta encontrada no se manifiesta de forma inmediata, sino que está asociada a una ventana de 30 días posteriores al evento. Ahora bien, a pesar de las expectativas de una respuesta más pronunciada de los mercados a partir del 2016, fecha en que entra en vigor el Acuerdo de París, dados los compromisos significativos asumidos

por los países firmantes para reducir las emisiones de GEI y, a pesar de que las emisiones continúan resurgiendo, sorprendentemente la cantidad de países cuyos mercados financieros reaccionaron a estos anuncios es menor de lo previsto, dado que solo se registran rendimientos anormales negativos en 6 países en la ventana de 30 días. Adicionalmente, considerando el fuerte liderazgo de la Unión Europea para limitar las emisiones en comparación con las medidas tomadas por países americanos y asiáticos, cuyo enfoque actual es el de crecimiento económico, suponemos que el riesgo de transición será mayor en los mercados europeos, por lo cual esperamos que los mercados de capitales reaccionen en mayor medida en la Unión Europea a los anuncios de aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub>. Nuestros resultados nos permiten concluir que solo se observan diferencias significativas entre las medianas de los rendimientos anormales acumulados en los 15 y 30 días a partir del anuncio, aunque solamente tras la entrada en vigor del acuerdo de París.

Respecto de los récords de temperatura y colapsos de plataformas de hielo, síntomas evidentes del cambio climático asociados a los riesgos físicos del mismo, se observa que gran parte de los mercados evaluados no reaccionan a estos anuncios, y aquellos que reaccionan lo hacen de forma positiva. Por un lado, por lo que respecta a los anuncios de récords de aumento de la temperatura, llegamos a la conclusión de que esto podría atribuirse al hecho de que el mercado ya ha descontado esta información debido al flujo de información climática y meteorológica existente, además de que previamente ya se ha informado sobre los meses más cálidos registrados. Por otro lado, respecto a los anuncios de colapsos de plataformas de hielo, creemos que estos resultados se deben a que los inversores no asocian estos eventos con un impacto futuro en las actividades empresariales. Por el contrario, como se ha explicado previamente, en ciertos sectores como el energético, este fenómeno podría ser percibido como una oportunidad.

Dados los resultados respecto de los récords de concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera encontrados en el capítulo 2, en el que no hallamos un patrón geográfico claro asociado a las reacciones observadas, en el capítulo 3 extendemos nuestra investigación y evaluamos qué factores propios de los diferentes países, aproximados por variables macroeconómicas, pueden influir en la reacción de los mercados evaluados, encontrando que efectivamente dos variables inciden en la magnitud de la reacción: el grado de globalización y el índice de política climática de los países analizados.

Respecto a la globalización, una posible explicación es que a medida que los países han logrado extender sus operaciones a nivel internacional, aprovechando la reducción de las restricciones fronterizas, además del incremento del flujo de información y una mayor

cooperación política, se logra acceder a un mayor número de recursos, entre ellos los tecnológicos. Estos recursos ejercen un papel crucial al permitir mejoras en los procesos productivos al incorporar dentro de sus operaciones tecnologías que permiten mejorar la eficiencia energética e incluir, además, otras basadas en energías más limpias, reduciendo el uso de aquellas intensivas en carbono, contribuyendo de esta manera a una disminución significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub>. No obstante, existe una segunda perspectiva que nos brinda la teoría. Esta es que los países más globalizados, al verse sujetos a políticas ambientales más severas, con el objeto de reducir las emisiones y contribuir a la reducción del aumento de temperatura como se ha acordado en tratados internacionales y al operar en países con mayores costes, han optado por trasladar sus centros de producción a países donde los costes son más bajos y las políticas ambientales son menos restrictivas y sancionadoras, lo que les permite mantener su competitividad en el mercado. Por estas dos razones, los anuncios que señalan niveles récord de concentraciones de CO<sub>2</sub> tienen un impacto más atenuado en los países más globalizados debido a que los inversores no perciben costes de transición significativamente mayores en relación con estos anuncios.

Respecto a las políticas climáticas, podemos observar que los países que demuestran un mayor compromiso con la implementación de medidas que promueven el uso de energías renovables, la optimización de la eficiencia energética y el cumplimiento de los objetivos de reducciones de emisiones de GEI pactados en convenios internacionales, anticipan en el valor de mercado los mayores costes que implica la adaptación a una economía baja en CO<sub>2</sub>. Este comportamiento se vincula a la percepción por parte de los inversores de un mayor riesgo de transición, derivado de una mayor regulación ambiental futura. Estas regulaciones podrían implicar aumentos en los objetivos de reducción, buscando así limitar las emisiones y cumplir con los compromisos para frenar el calentamiento global, lo que podría cargar a las empresas con costes adicionales al tener que incluir dentro de sus operaciones medidas para reducir las emisiones en sus operaciones. Este escenario podría afectar a su competitividad frente a países con regulaciones más laxas, en especial en aquellos sectores con alta dependencia del carbón, y afectar a los flujos de caja futuros.

Por último, en el capítulo 4 se examina el impacto de los riesgos físicos en el desempeño de las empresas agrícolas a nivel mundial a causa de las importantes repercusiones que tienen los fenómenos climáticos y meteorológicos sobre este sector productivo. Nuestros resultados permiten concluir que efectivamente los riesgos crónicos, que están relacionados con cambios graduales como el aumento de la temperatura y cambios en los niveles de las precipitaciones, y los riesgos agudos, como las sequías y las inundaciones, ejercen un impacto sobre el desempeño de estas empresas. Respecto a los riesgos físicos crónicos, el aumento de la temperatura impacta negativamente sobre la rentabilidad,

debido a que este aumento puede incidir en la capacidad de crecimiento de las plantas y, además, puede ocasionar daños sobre los órganos reproductivos, destacando que el impacto es más severo cuanto más pequeña es la empresa. Respecto al grado de exposición, las empresas ubicadas en zonas continentales y templadas experimentan una reducción de su rentabilidad a medida que aumenta la temperatura. Esto puede explicarse porque las plantas ubicadas en estas zonas necesitan de un periodo de frío adecuado antes de que reanuden su crecimiento y florezcan, por lo que una mayor exposición a temperaturas elevadas puede incidir sobre su desarrollo e impactar en su capacidad para producir frutos. Todo lo contrario se observa con las precipitaciones, dado que existe una relación positiva con la rentabilidad, infiriendo que una reducción de los niveles de lluvia puede perjudicar la productividad agrícola, afectando al nivel de ingresos y, por ende, a su rentabilidad, además se observa que el efecto es superior en las microempresas. Asimismo, respecto al grado de exposición, las empresas ubicadas en zonas continentales y tropicales son las más afectadas cuando disminuyen los niveles de precipitaciones.

En cuanto a los riesgos físicos agudos, tanto las sequías como las inundaciones ejercen una influencia negativa sobre la rentabilidad dado que su ocurrencia puede incidir sobre los rendimientos de los cultivos, ocasionando la reducción de la fertilidad del suelo, daños físicos sobre las plantas, impactos sobre la infraestructura agrícola o la proliferación de plagas y enfermedades sobre los cultivos, lo que generaría un aumento de los costes y posiblemente una reducción en la producción. En el caso de las sequías, observamos que su repercusión no es en el año en el que se registra el suceso, sino que se manifiesta al año siguiente, a excepción de las microempresas, en las cuales el impacto se manifiesta tanto en el año de ocurrencia como en el siguiente. En el caso de las inundaciones, se observa únicamente un impacto en el año que ocurre el evento, sin que se extienda a los años posteriores.

Mientras que son las micro y pequeñas empresas agrícolas las que se muestran más vulnerables, las grandes empresas parecen ser menos susceptibles a eventos como el aumento del nivel de temperatura, la presencia de sequías o inundaciones, dado que cuentan con mayores recursos técnicos y financieros para hacer frente a las repercusiones derivadas de estos fenómenos. Además, estas empresas posiblemente pueden trasladar su producción a otros países, lo que les permite focalizar el cultivo según la zona climática, minimizando de esta forma la posibilidad de sufrir pérdidas por condiciones climáticas extremas. No obstante, resulta importante destacar que, a pesar de la aparente resiliencia de las grandes empresas a eventos climáticos y meteorológicos, la reducción del nivel de las precipitaciones sí tiene un efecto sobre su rentabilidad, aunque pequeño, concluyendo



que las grandes empresas no son completamente inmunes a las repercusiones del cambio climático.

Aquellos países cuya economía se sustente en la agricultura y se enfrenten a eventos meteorológicos con mayor frecuencia deberán desarrollar planes, programas y proyectos dirigidos a facilitar el acceso de las micro y pequeñas empresas a ayudas gubernamentales o a financiación a bajo coste que les permita reactivar sus operaciones de forma rápida tras un evento climático extremo y, al mismo tiempo, les brinde la capacidad para invertir en infraestructuras y tecnologías que les permitan mitigar futuros daños. Además, es necesario que las micro y pequeñas empresas cubran su nivel de riesgo a través de la adquisición de seguros agrícolas para salvaguardarse de futuras pérdidas, lo que permitirá fortalecer la resiliencia del sector agrícola.

Para recapitular, la revisión de los temas abordados destaca la exposición de las empresas de la Unión Europea al riesgo de transición, que se deriva de su liderazgo en la lucha contra el cambio climático y de sus objetivos para limitar las emisiones. Asimismo, los mercados de capitales tanto de países desarrollados como emergentes muestran una reacción adversa a los anuncios de récord de emisiones de GEI asociados con el riesgo de transición, siendo factores como el grado de globalización y el nivel compromiso en materia de políticas climáticas los determinantes de esta respuesta. Curiosamente, los mercados bursátiles no incorporan de manera efectiva en su valoración eventos relacionados con los riesgos físicos, posiblemente porque se subestima el efecto de estos en las empresas. Además, dados los resultados obtenidos en el sector agrícola, que evidencian que las grandes empresas exhiben una menor vulnerabilidad en términos de desempeño a los efectos del clima, inferimos que esto constituye una razón de la limitada reacción del mercado.

La contribución de nuestro estudio se centra en resaltar las diferentes respuestas de los mercados bursátiles en función de la región geográfica, enfocándonos en el grado de compromiso en la adopción de acuerdos internacionales y sus políticas nacionales, lo que nos permite tener una perspectiva completa sobre cómo las regiones responden a la problemática del cambio climático. Además, incorporamos el impacto de eventos relacionados a los riesgos físicos y de transición en los mercados bursátiles, integrando variables macroeconómicas para comprender su influencia en la reacción de estos mercados, ampliando el estudio al considerar otras variables adicionales a los eventos climáticos. Asimismo, nuestro estudio aporta información sobre la vulnerabilidad y la exposición del sector agrícola acorde a su tamaño y la región, lo que nos ha permitido observar diferencias significativas entre los grupos y nos ha brindado de esta forma

información de cómo el grado de exposición de la empresa (ubicación) y las dimensiones de las empresas influyen en lo susceptibles que son las empresas de este sector al cambio climático.

A lo largo de esta Tesis, hemos examinado detalladamente las repercusiones de los riesgos físicos y de transición en los mercados bursátiles y en el desempeño de las empresas agrícolas, lo que nos ha proporcionado información relevante que puede ser utilizada como elemento clave para la toma de decisiones informadas por parte de las empresas, inversores y por los gobiernos. Concretamente, las implicaciones de nuestro estudio se materializan en los siguientes aspectos:

1. Las empresas deben prever que la adopción de los gobiernos a acuerdos climáticos internacionales, así como su participación como miembros de la CMNUCC en las Conferencias de las Partes, generará que impongan mayores medidas con la finalidad de contribuir a la reducción de las emisiones de GEI, en particular en aquellos países con compromisos más sólidos. Como consecuencia, se debe anticipar una mayor cantidad de cambios regulatorios en materia medioambiental en el futuro, por lo que las empresas deberán desarrollar estrategias que les permitan adaptarse gradualmente a estos cambios y adoptar medidas que sean más respetuosas con el medio ambiente. Un ejemplo sería realizar cambios paulatinos en sus procesos de producción, con el fin de resguardar los intereses de los inversores.
2. Los gobiernos deben desarrollar políticas que fomenten la innovación y la sostenibilidad en las empresas, en particular en aquellas ubicadas en sectores altamente contaminantes, a través de incentivos y el desarrollo de planes o programas que fomenten la adopción progresiva de prácticas más sostenibles, con el objetivo de transitar hacia una economía baja en carbono, sin poner en riesgo los flujos futuros de las empresas y su estabilidad financiera.
3. Se resalta la necesidad de adaptación de las empresas agrícolas, por lo que deben buscar fuentes de financiación para impulsar la innovación, la diversificación de cultivos resistentes a ciertas variables climáticas y la adecuación de infraestructuras sólidas, y así contrarrestar los efectos adversos derivados de los fenómenos climáticos, con la finalidad de minimizar los impactos sobre los cultivos y mitigar las consecuencias sobre el desempeño de las empresas del sector.
4. El impacto de las fluctuaciones climáticas y meteorológicas es más pronunciado en las micro y pequeñas empresas del sector agrícola y considerando además su limitada capacidad para acceder a financiación a bajo coste se evidencia la

necesidad de formular políticas públicas orientadas a asegurar un acceso asequible a financiación y la creación de fondos de asistencia para agricultores. Estas políticas deben ser concebidas para abordar los desafíos específicos que enfrentan las micro y pequeñas empresas del sector agrícola, con el objetivo de fortalecer su resiliencia y capacidad de recuperación frente a los impactos adversos del clima.

5. A pesar de que los mercados bursátiles perciben de manera desfavorable los riesgos de transición, no se observa una respuesta significativa a los riesgos físicos. Este aspecto resalta la importancia de realizar una evaluación de los factores ambientales que influyen en la percepción del mercado respecto a los riesgos vinculados al cambio climático.
6. En los últimos años, ha aumentado la exigencia hacia las empresas para que proporcionen información de sostenibilidad más exhaustiva. Es así que la Directiva de la Unión Europea 2022/2464<sup>7</sup> establece que los informes de gestión deben incluir detalles relacionados con las metas de reducción de emisiones de GEI para el año 2030 y 2050, en conjunto con los progresos alcanzados. De manera similar, la IFRS S2, emitida por el Comité Internacional de Estándares de Sostenibilidad (ISSB por sus siglas en inglés), indica que las entidades deben informar sobre los riesgos y oportunidades relacionados con el clima, particularmente los riesgos físicos y de transición, destacando la vulnerabilidad sobre los activos o actividades comerciales, sus efectos sobre el desempeño financiero y los flujos de efectivo de la entidad. En función de los resultados obtenidos en esta investigación sobre cómo valora el mercado los riesgos físicos y de transición, es necesario que las empresas especifiquen en sus informes su capacidad para hacer frente a estos riesgos, en especial a los de transición, ya que el mercado reacciona en mayor medida a estos.

Somos conscientes de que esta Tesis Doctoral presenta varias limitaciones. En primer lugar, como consecuencia del propio proceso de elaboración de la Tesis, el periodo temporal abordado en el Capítulo 1 se extiende hasta el Acuerdo de París, y no incluye las Conferencias de las Partes que tuvieron lugar con posterioridad. En segundo lugar, no se incluye una importante zona mundial como es Asia en el análisis. Por otro lado, a pesar de

---

<sup>7</sup> Directiva (UE) 2022/2464 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2022 por la que se modifican el Reglamento (UE) n.º 537/2014, la Directiva 2004/109/CE, la Directiva 2006/43/CE y la Directiva 2013/34/UE, por lo que respecta a la presentación de información sobre sostenibilidad por parte de las empresas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 322, de 16 diciembre de 2022. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2022-81871>

que en los capítulos dos y tres se incluyen países de la región asiática como India y China, no se han incluido otras economías relevantes de la región.

Las futuras líneas de investigación que se presentan a raíz de este trabajo son: (i) ampliar la muestra de los estudios realizados respecto a la región asiática, incluyendo otros países de la región además de China e India; (ii) indagar en el impacto de los anuncios vinculados a riesgos de transición (récords de emisiones de CO<sub>2</sub>) y riesgos físicos (aumentos de temperatura y ocurrencias de eventos naturales extremos) en los mercados financieros por sectores; (iii) extender el análisis del impacto de los fenómenos físicos crónicos y agudos sobre la rentabilidad de empresas pertenecientes a otros sectores de la economía, como el sector de seguros; (iv) examinar si existe una variación en la valoración de los eventos climáticos extremos en el mercado, una vez que las empresas incorporen en sus informes de sostenibilidad los riesgos físicos y de transición que está enfrentando, así como su impacto sobre los activos y flujos de efectivo; (v) continuar investigando sobre las finanzas climáticas, en particular en lo que respecta a la medición de los riesgos asociados, con el fin de profundizar en la comprensión de sus implicaciones y consecuencias.