

# Estado del arte sobre cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible

Jaime Andrés Betancourt Vásquez.<sup>1</sup>  
Gloria Clemencia Amaya Castaño.<sup>2</sup>  
Juan Carlos Granobles Torres.<sup>3</sup>

## RESUMEN

El cambio climático es una problemática global que preocupa a todas las naciones; en este sentido es abordado actualmente desde perspectivas diferentes que buscan conocer y entender el fenómeno a escalas regionales y locales para prevenir y mitigar sus impactos. El objetivo del trabajo es conocer las tendencias de investigación en torno al abordaje del cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible a partir del análisis de la literatura existente. Para esto, se realizó un análisis cuantitativo (cómo) y un análisis cualitativo (qué). En la metodología cuantitativa se realizó una revisión de información (RI), para conocer cómo se ha abordado el cambio climático en la literatura científica. Se identificaron 58 revistas especializadas en la temática. Se encontraron seis macro regiones donde se desarrollan las investigaciones (África, Europa, Norte América, Oceanía, Asia y Sur América). Sobresale Europa y Norte América con el mayor número de publicaciones. Sur América ocupa el tercer lugar en origen y destino de las investigaciones sobre cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible. En el análisis cualitativo se encontró que se han generado diversos enfoques para abordar el cambio climático entre los cuales se destacan Socioeconómicos, Servicios Ecosistémicos, Capacidad de Adaptación y Mitigación, Resiliencia, y Energía. El cambio climático, involucra multiplicidad de elementos que requieren un abordaje interdisciplinario hacia la sostenibilidad.

**Palabras clave:** Cambio Climático, Desarrollo Sostenible, Revisión Sistemática de Información, Árbol de la ciencia, Estado del Arte

---

<sup>1</sup>Zootecnista. Estudiante de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales.

<sup>2</sup>Médica Veterinaria Zootecnista Universidad de Caldas, M.Sc en Biodiversidad y Biología de Conservación de la Universidad Pablo de Olavide, Docente investigador CIMAD-Universidad de Manizales.

<sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo Universidad de Caldas, M.Sc en Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad de Caldas. Docente investigador CIMAD-Universidad de Manizales.

Artículo proveniente del macroproyecto “Evaluación del estado del arte sobre temáticas tratadas en desarrollo sostenible (DS): construcción de una agenda de investigación para el CIMAD, Universidad de Manizales”, inscrito en el grupo de la Línea de Investigación Desarrollo Sostenible, [Como requisito del primer autor para optar al título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente].

## ABSTRACT

Climate change is a global problem that concerns all nations and is currently addressed from different perspectives that in summary seek to know and understand the phenomenon at regional and local scales to reduce its effects and prevent and mitigate its impacts. The objective of the work is to know the research tendencies around the approach of the climatic change within the frame of the sustainable development from the analysis of the existing literature. For this, a quantitative analysis (how) and a qualitative analysis (what) were carried out. In the quantitative methodology, a review of information (RI) was carried out to find out how climate change has been addressed in the scientific literature. We identified 58 specialized journals on the subject and in relation to the areas where the research is carried out, six macro regions were found (Africa, Europe, North America, Oceania, Asia and South America). Europe and North America stand out with the highest number of publications. South America ranks third in the origin and destination of research on climate change within the framework of sustainable development. In the qualitative analysis it was found that different approaches have been generated to address climate change within the framework of sustainable development, among which Socioeconomic Commitments, Ecosystem Services, Adaptation Capacity, Mitigation, Resilience, and Energy stand out. Therefore, climate change involves a multiplicity of elements that requires an interdisciplinary approach as a first step towards sustainability.

**Keywords:** Climate Change, Sustainable Development, Systematic Information Review, Tree of Science, Art state

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático (CC), en esencia, es un proceso natural del planeta. Sin embargo, actualmente está fuertemente asociado a las actividades antrópicas, las cuales han acelerado el proceso de cambio en los patrones del clima a escala global (Torres, 2016). El Panel Intergubernamental sobre el CC lo define como un cambio en el estado del clima que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas, y que puede ser identificado por la variabilidad de sus propiedades ya sea debido a causas naturales o como resultado de la actividad humana (Ziegler *et al.*, 2017). Hoy en día, es considerado por muchos como el mayor problema a confrontar por la humanidad del siglo XXI (Cruz y Martínez, 2015).

El debate sobre el CC, surge del desacuerdo científico acerca de su origen ya sea por causas naturales o por ser promovido antropogénicamente (Cruz y Martínez, 2015). Se puede decir que el CC se ha convertido en un meta-relato desde su auge en el inicio de los años noventa. Su posición como tema en las instituciones multilaterales, la importancia del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), las acciones nacionales y subnacionales y hasta la creación de “Mercados de Carbono” para buscar una salida transable al problema, indican la importancia del concepto (Barton y Irrázaval, 2016). En este contexto el CC no solo es ambiental, sino que genera profundas consecuencias sociales, económicas y políticas (Acevedo *et al.*, 2016).

Sin embargo solo hace dos décadas la comunidad científica y los tomadores de decisiones comenzaron a darle importancia a la búsqueda de estrategias y planes orientados a que la humanidad logre entender y adaptarse al CC; esto gracias a la publicación de 1992 de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC). No

obstante cuando los conceptos gozan de gran popularidad se tienden a desligar de su significado original, o bien se hace referencia a ellos sin necesariamente tener un conocimiento preciso sobre su definición (Barton y Irrázaval, 2016). Por lo tanto, se considera importante generar una revisión exhaustiva en la literatura sobre cómo se ha abordado el CC, (no solo aspectos teóricos, sino también metodológicos) dentro del contexto del desarrollo sostenible, de manera que sea posible obtener información que constituya una herramienta importante para la generación de nuevo conocimiento y el aporte hacia agendas de intervención académicas y de toma de decisiones.

El objetivo del trabajo es conocer las tendencias de investigación en torno al abordaje del cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible a partir del análisis de la literatura existente. Para lograrlo se categoriza la información relacionada con el cambio climático presente en las bases de datos y motores de búsqueda científicos (especialmente Web Of Science), se analiza la literatura obtenida desde sus enfoques conceptuales, teóricos y metodológicos, de manera que permita la construcción de lineamientos para una agenda de investigación en cambio climático dentro del contexto nacional y regional.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 *El Estado del Arte y su importancia en la investigación***

En la investigación el Estado de Arte (EA) representa el primer paso de acercamiento y apropiación de la realidad; esta propuesta metodológica se encuentra mediada por los textos y los acumulados de las ciencias (Becerra, 2006).

El EA le sirve al investigador como referencia para asumir una postura crítica frente a lo que se ha hecho y lo que falta por hacer en torno a una temática o problemática concreta, para evitar duplicar esfuerzos o repetir lo que ya se ha dicho y, además, para localizar errores que ya fueron superados. Debe considerarse como una contribución que genera nuevos problemas o nuevas hipótesis de investigación y representa el primero y más importante insumo para dar comienzo a cualquier agenda de investigación (Londoño *et al.*, 2014).

El EA se desarrolla en dos fases: En la primera, denominada fase heurística se procede a la búsqueda y recopilación de las fuentes de información, que pueden ser de muchas características y diferente naturaleza. Durante la segunda fase, denominada hermenéutica, cada una de las fuentes investigadas se lee, se analiza, se interpreta y se clasifica de acuerdo con su importancia dentro del trabajo de investigación. A partir de allí, se seleccionan los puntos fundamentales y se sistematiza la información (Rojas, 2007). Este proceso permite aportar las bases teórico-metodológicas de la temática analizada, en este caso sobre CC en la construcción de la agenda de investigación para el Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo (CIMAD).

### **2.2 *Cambio Climático***

El CC se produce debido a un desequilibrio entre la radiación entrante y saliente en la atmósfera. Parte de la radiación es absorbida por la superficie terrestre y emitida como radiación infrarroja. Los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), absorben la radiación infrarroja, calentando aún más

la atmósfera. Estos gases de efecto invernadero pueden ocurrir naturalmente o por actividades humanas (Ziegler *et al.*, 2017). Científicamente el fenómeno del CC es definido como la variabilidad observada respecto al clima promedio, en escalas de tiempo que van de unas cuantas décadas a millones de años (Urias, 2015).

El eje central de las discusiones contiene las causas del incremento de los gases de efecto de invernadero, esencialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, sin embargo también existe la tendencia de que el incremento en la temperatura se da por las variaciones normales climáticas del planeta (Cruz y Martínez, 2015). No obstante, desde la revolución industrial, la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> ha aumentado de 280 ppm a aproximadamente 395 ppm. Esto ha llevado a temperaturas climáticas récord, la temperatura promedio del planeta ha aumentado 0,8°C desde 1880 y si la tendencia actual de los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> se mantiene estable, se prevé que la temperatura promedio del planeta aumentará en 1,8°C (Ziegler *et al.*, 2017).

Lo preocupante de esta situación es que el incremento de la temperatura tendrá efectos adversos para la vida en el planeta. La mayoría de los científicos coinciden en que temperaturas más altas significarán climas más extremos, más sequías, más huracanes, más inundaciones, el derretimiento de glaciares y de hielo polar con el consecuente incremento en el nivel del mar, escasez de agua, pérdida de hábitat y gran pérdida de especies (Urias, 2015).

### **2.3 Cambio Climático y acuerdos globales**

Uno de los aspectos más controvertidos en torno al tema del CC, se refiere a sus impactos sociales. Estos impactos incluyen no sólo los efectos directos sobre el bienestar de las personas sino también los efectos en las políticas aplicadas para adaptarse y mitigar los impactos, como los impuestos verdes, los límites al uso de ciertos combustibles, entre otros (Lo Vuolo, 2014).

Desde la firma del Protocolo de Kioto en 1997, la UE adoptó una extensa normativa en materia climática, lo que le permitió posicionarse como el único actor internacional con capacidad suficiente para impulsar las negociaciones internacionales sobre el calentamiento global que se llevan a cabo en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre CC y las relativas al Protocolo de Kioto prorrogado hasta 2020 (Contreras, 2013).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre CC (COP21) en 2015, los acuerdos se centraron en cuatro ejes claves que tienen como objetivo que el aumento de la temperatura media se mantenga entre 1,5 y los 2.0 grados Celsius, lo cual es una variable medible y verificable. En lo referente a la mitigación, los países participantes se comprometen a hacer contribuciones nacionales, previéndose un primer análisis de los resultados de contribución en el 2018 y la primera actualización en el año 2020. Por su parte en la vinculación cada país firmante deberá preparar y mantener las contribuciones nacionales y deberá aplicar medidas domésticas de mitigación que garanticen el cumplimiento de las metas nacionales fijadas. Igualmente se establece la creación de un fondo de 100.000 millones de dólares anuales, para que los Estados con escasos recursos puedan aplicar medidas de adaptación al CC (Pérez, 2016).

En este mismo sentido la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, representa un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Para lo cual establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible los cuales son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. La Agenda propone la gestión sostenible de los recursos naturales y medidas urgentes para hacer frente al CC, de manera que se puedan satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Por su parte en América Latina, se han dado pasos relativamente importantes en los últimos años, tanto en la formulación de políticas sobre CC como en el desarrollo de instituciones específicas sobre la materia. Sin embargo se observa que muchos países han avanzado en el diseño de planes y estrategias, pero poco en la implementación de medidas. Por lo tanto, el CC es un proceso que se debe catalogar como de interés público, por ende, debe ser abordado en los instrumentos de gestión pública del territorio, entre los que se encuentran los planes de ordenamiento y desarrollo territorial (Torres, 2016).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó una RI adaptando la metodología propuesta por Le Gentil y Mongruel (2015), que tiene en cuenta los siguientes pasos: (a) búsqueda y selección de información; (b) análisis de contenido y finalmente (c) análisis estadístico. El análisis de los resultados, tuvo en cuenta una aproximación cuantitativa con el fin de identificar cómo se pueden generar dinámicas de CC y una cualitativa para la consolidación de la definición del CC en el marco del desarrollo sostenible.

#### **3.1 Búsqueda y selección de información**

Como primer paso la revisión de la información se realizó con la herramienta “Tree of science” (ToS) y la base de datos Web of Science (WoS). El ToS funciona a través del análisis de redes citacionales, identifica y clasifica los artículos más relevantes en el tema (Rodríguez y Orrego, 2016), a través de la aplicación de un algoritmo de búsqueda y selección que genera un árbol con 80 artículos de diferentes bases de datos, clasificados en raíces (artículos clásicos), tronco (artículos estructurales) y hojas (artículos recientes). Lo anterior disminuye el sesgo del intervalo de tiempo en la consulta, el sesgo por las bases de datos indexadas en el buscador y el rigor de las palabras claves (Giraldo, 2015). Este recurso incluye los documentos científicos más influyentes a nivel mundial en el campo de las ciencias naturales, sociales y humanidades (Coralie *et al.*, 2015). Los criterios de búsqueda fueron: *Tema= sustainable development*; refinado por áreas de investigación= *Climate Change* y Período de tiempo= desde el año 2001 hasta 2017.

#### **3.2 Análisis cuantitativo del contenido**

Se realizó un análisis cuantitativo aplicando Estadística descriptiva y análisis de regresión lineal utilizando el programa S.A.S. (Statistical Analysis System) versión 9.0. Para esto se relacionaron las dinámicas temporales en la recurrencia de palabras clave en los artículos relacionados con Cambio Climático.

El análisis cuantitativo se realizó buscando probar las siguientes hipótesis:

Ho: A lo largo del periodo 2001-2017, no se presenta un aumento en la recurrencia de palabras clave relacionadas con Cambio Climático en el marco del desarrollo sostenible.

Ha: A lo largo del periodo 2001-2017, se presenta un aumento en la recurrencia de palabras clave relacionadas con Cambio Climático en el marco del desarrollo sostenible

Ho: Ninguno de los enfoques sobre Cambio climático, demuestran un aumento significativo en el periodo estudiado 2001-2017.

Ha: Alguno de los enfoques sobre Cambio climático, demuestran un aumento significativo en el periodo estudiado 2001-2017.

Ho: Ninguno de los enfoques sobre Cambio Climático, difiere de acuerdo al PIB de los países donde se desarrollaron los estudios.

Ha: Alguno de los enfoques sobre Cambio Climático, difiere de acuerdo al PIB de los países donde se desarrollaron los estudios.

Para probar las hipótesis se realizaron análisis de regresión simple entre número de citas y año, enfoques y año y finalmente entre PIB por país y enfoque.

Se aplicó la prueba no paramétrica Chi cuadrado para identificar si los enfoques relacionados con cambio climático diferían de los países según su nivel de ingresos (PIB). De igual forma se aplicó la regresión lineal simple, para analizar la asociación entre enfoques y palabras clave a lo largo del periodo analizado. Los niveles de significancia para la prueba Chi cuadrado y regresión lineal fueron  $p < 0,05$ .

### **3.2. Análisis cualitativo del contenido**

Se utilizó el software ATLAS Ti 7.0 para desarrollar un análisis de redes semánticas en relación a las palabras claves, las definiciones y conceptos sobre Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible encontrado en la revisión.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Características bibliográficas y geográficas**

Los resultados de la RI arrojaron un total de 5.192 artículos relacionados con “Desarrollo Sostenible” y “Cambio Climático”. De esta cantidad, un total de 500 artículos (10%) fueron seleccionados de acuerdo al reporte de citas (más citado a menos citado). Se identificaron 58 revistas y las que más artículos concentraron fueron “*Global Environmental Change*” con el 11,5%, seguida por “*Ecological economics*”, “*Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, “*Climate and Development*”, “*Climate Policy*”, y la “*Imprenta Nacional de Colombia*” cada una con el 3,8%. Tres revistas contienen 2 artículos participando con el 2,5% cada una y las 49 revistas restantes cada una con el 1,3% (1 artículo).

En relación a las áreas donde se desarrollan las investigaciones, se encontraron seis macro regiones (África, Europa, Norte América, Oceanía, Asia y Sur América). Sobresale Europa con 35 estudios, seguido por Norte América con 25, Sur América 9; Oceanía 5; Asia 4 y África 2. Colombia participa con 7 de los 9 estudios reportados en Sur América. Las figuras

1 y 2 ilustran la consolidación de los estudios por continentes, origen y destino de las mismas.

Figura 1. Origen de las investigaciones

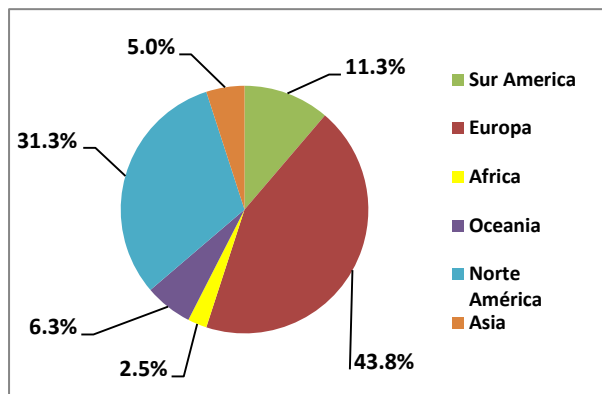
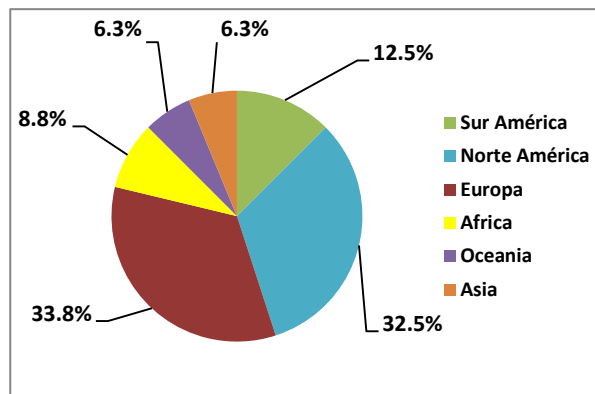


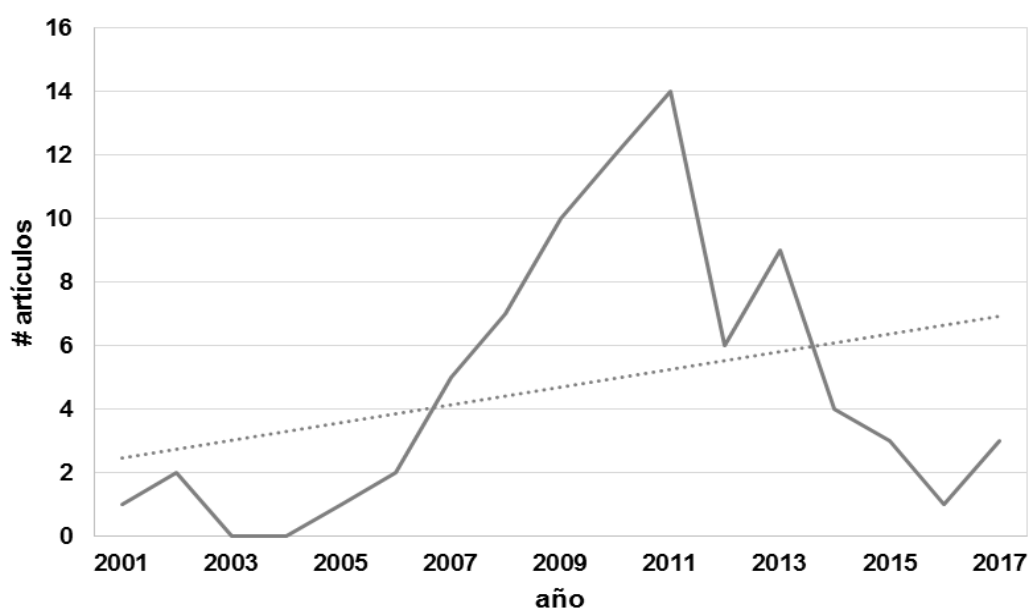
Figura 2. Destino de las investigaciones



Fuente: esta investigación

Respecto a la distribución en el tiempo de los 80 artículos (seleccionados con el programa tree of science), se identificó que la temática abarcó todo el período seleccionado (2001-2017). El año 2011 fue el año con mayor cantidad de publicaciones (14), seguido del año 2010 (12), 2009 (10), 2013 (9), 2008 (7) y 2012 (6). Los años 2007 y 2014 con (5) y (4) respectivamente, el 2015 y 2017 igualaron con 3 publicaciones; los años 2002 y 2006 cada uno con dos artículos y 2001, 2005 y 2016 con un artículo por año. Para los años 2003 y 2004 no se reportaron publicaciones. La dinámica de publicaciones mostró una tendencia creciente hasta el año 2011; sin embargo a partir del año 2012 se observa una tendencia decreciente en el número de artículos publicados (figura 3).

Figura 3. Comportamiento temporal de las publicaciones CC (n=80)



Fuente: esta investigación

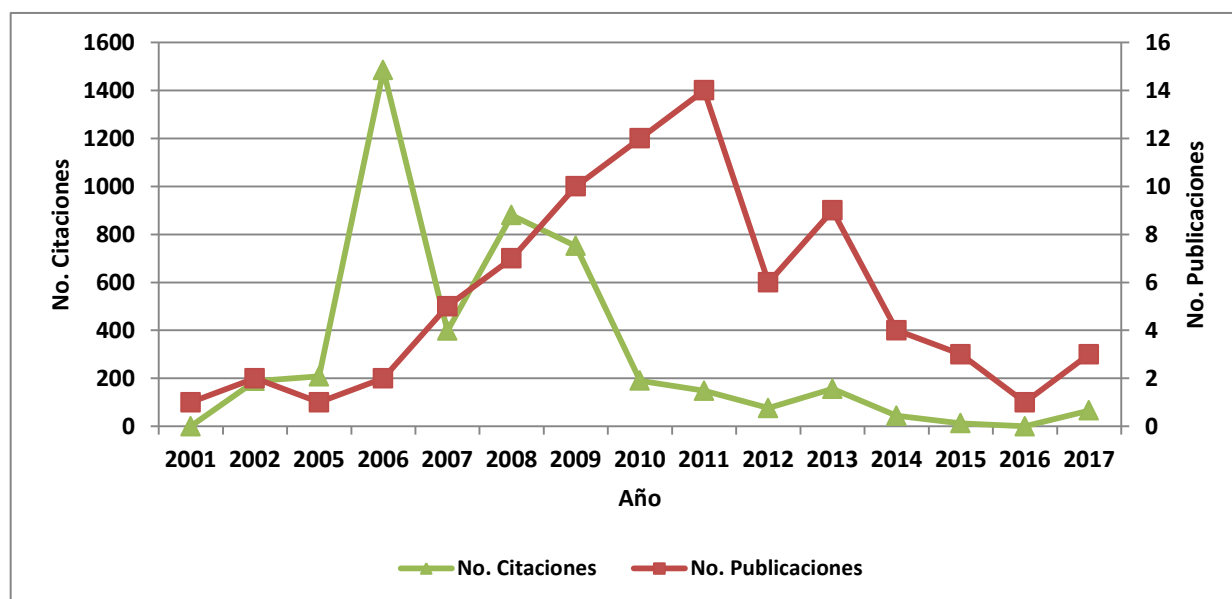
## 4.2 Análisis cuantitativo

### 4.2.1 Impacto de la producción científica sobre Cambio Climático

Para los 80 artículos analizados, se identificaron 420 palabras clave. En particular, el interés se enfocó hacia el concepto de Riesgos Climáticos. El cual abarcó el 31.4% del total de palabras clave. Con la prueba de regresión lineal simple, se encontró que a través del tiempo, riesgos climáticos ha ido decreciendo cada vez más en la discusión del cambio climático en el marco del desarrollo sostenible ( $p < 0,05$ ) (figura 6). De manera que se cumple la primera hipótesis nula planteada en el estudio donde... *Ho: A lo largo del periodo 2001-2017, no se presenta un aumento en la recurrencia de palabras clave relacionadas con Cambio Climático en el marco del desarrollo sostenible.*

Los resultados de WoS demuestran que el año con más citas fue el 2006 con el 32,2%, seguido por 2008 con el 19,1% y el 2009 con el 16,3%. Los demás años se ubicaron por debajo del 10%. En el número de publicaciones se observa que el año 2011 participa con el 17,5%, seguido por el año 2010 y 2009 con el 15,0% y 12,5% respectivamente. En el año 2013 hay incremento de publicaciones con el 11,2% y los demás años están por debajo del 10% en número de publicaciones (Figura 4).

Figura 4. Citaciones y publicaciones por año para n=80



Fuente: esta investigación

El 45% de los artículos poseen más de 121 citas; seguido por el 12,5% con artículos que tienen entre 81 y 100 citas (Tabla 1). En relación a los artículos que no tienen ninguna cita, es necesario resaltar que el 86% corresponden a producciones de entidades gubernamentales como el Departamento Nacional de Planeación (DNP), Imprenta Nacional de Colombia y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial).



**Tabla 1. Impacto de las publicaciones científicas**

Número de citas	0	20	21 y 40	41 y 60	61 y 80	81 y 100	101 y 120	> 121
Participación (%)	10,0	10,0	5,0	7,5	8,7	12,5	1,2	45
<i>Total citas para Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible</i>								<b>25.868</b>

Fuente: esta investigación

A través de la ley de Bradford (tabla 2), se encontró que el núcleo de las publicaciones científicas (54,7%), se concentra en 3 revistas; el restante porcentaje se distribuye en 55 revistas.

**Tabla 2. Núcleo de publicaciones en Cambio Climático**

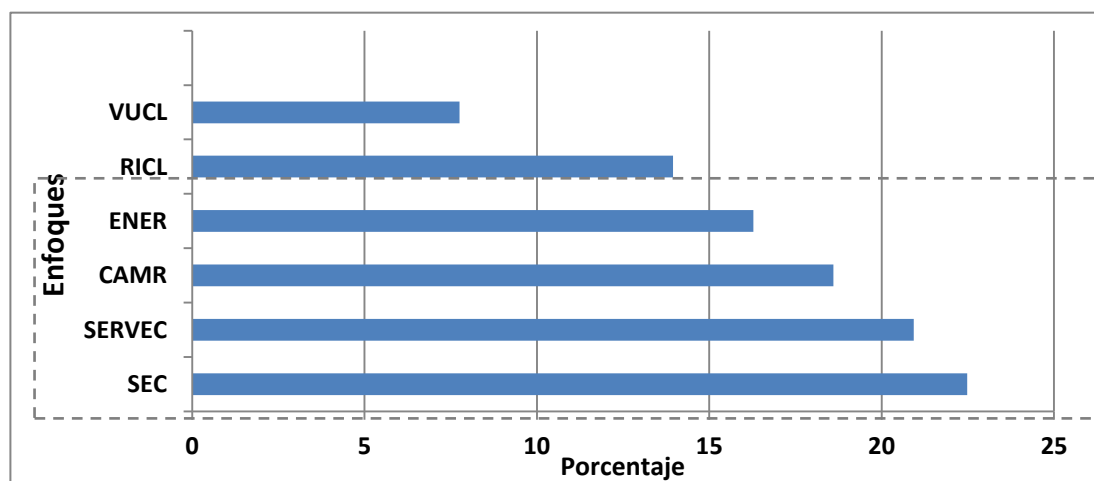
Título de la fuente	Total de citas	Acumuladas	(%)
<b>Nature</b>	6.094	23,6	23,6
<b>Science</b>	4.656	18,0	41,5
<b>Global Environmental Change</b>	3.417	13,2	54,7

Fuente: esta investigación

#### 4.2.2 Enfoques hacia Cambio climático en el marco del Desarrollo Sostenible

Los diferentes artículos plantearon 18 enfoques sobre los cuales desarrollar estrategias para fundamentar dinámicas de Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible. Estos a su vez fueron reagrupados en 6 enfoques de la siguiente manera: *Socioeconómicos* (Economía y Políticas Públicas); *Servicios ecosistémicos* (Biodiversidad, Gestión del Recurso Hídrico, Seguridad Alimentaria y Servicios Ecosistémicos); *Capacidad de Adaptación Mitigación y Resiliencia* (Adaptación, Mitigación y Resiliencia); *Energía* (Biocombustibles, Energía Renovable y Reducción de Emisiones); *Riesgo Climático* (Gestión de Riesgos, Riesgos Climáticos y Vulnerabilidad) y *Variabilidad Climática* (Clima y Variabilidad Climática), (figura 5). Los primeros 4 enfoques agruparon el 78.3% de los artículos (recuadro punteado) y los 2 restantes, se ubicaron por debajo del 15%.

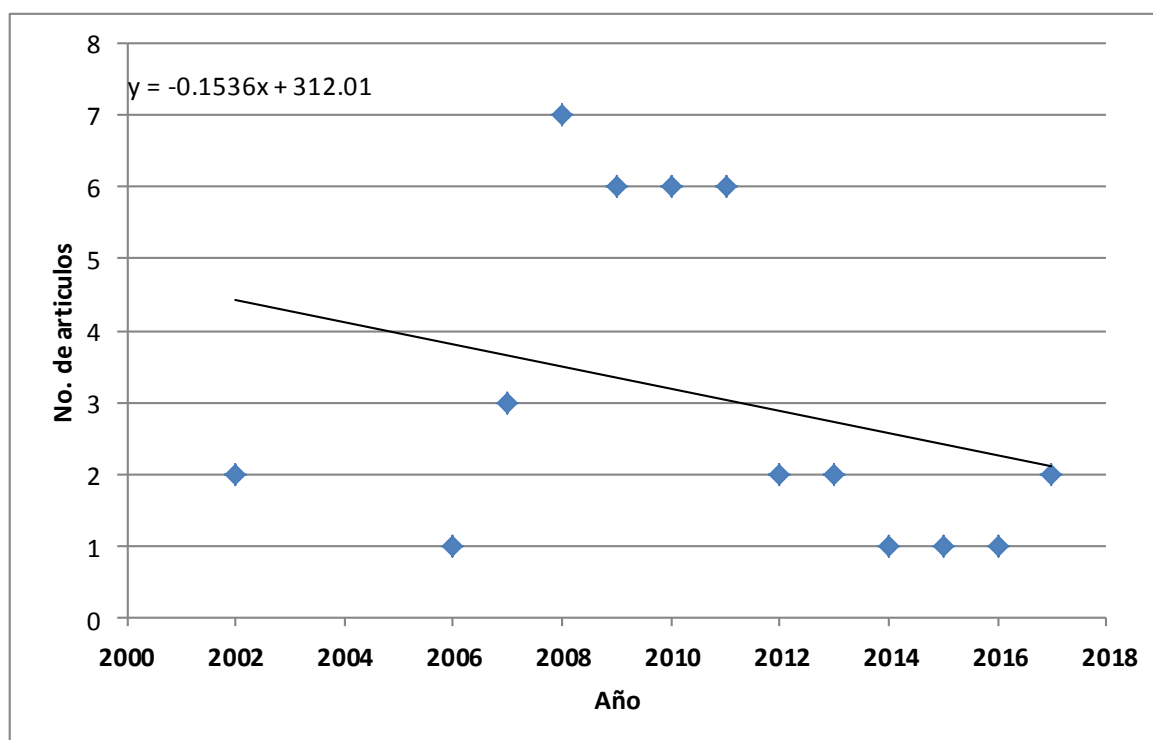
**Figura 5.** Enfoques relacionados con Cambio climático en el marco del Desarrollo Sostenible: SEC: Socioeconómicos; SERVEC: Servicios ecosistémicos; CAMR: Capacidad de Adaptación Mitigación y Resiliencia; ENER: Energía; RICL: Riesgo Climático; VCL: Variabilidad Climática.



Fuente: esta investigación

Es importante señalar la identificación Riesgo Climático (RICL), como determinantes del Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible, este enfoque es el que más se presenta en el tiempo, sin embargo se observa una tendencia decreciente a lo largo del periodo analizado (figura 6). Por lo tanto, se acepta la segunda hipótesis nula del estudio, donde... *Ho: Ninguno de los enfoques sobre Cambio climático, demuestran un aumento significativo en el periodo estudiado 2001-2017.* Los enfoques restantes, no presentaron aumento significativo.

Figura 6. Evolución del enfoque RICL en CC



Fuente: esta investigación

En relación a la tercera hipótesis alternativa propuesta, donde... *Ha: Alguno de los enfoques sobre Cambio Climático, difiere de acuerdo al PIB de los países donde se desarrollaron los estudios,* se encontró una relación altamente significativa ( $p < 0,05$ ). CAMR, SEC y RICL difieren según el nivel de ingresos de los países analizados. En relación a SEC y CAMR, tuvieron mayor recurrencia en países con ingresos medio-bajos y RICL, SERVEC alcanzaron mayor recurrencia en países con ingresos altos. El enfoque VCL y ENER no presentaron asociación.

### 4.3 Análisis cualitativo

El análisis de redes semánticas relacionado con Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible, arrojó un total de 18 nodos (conceptos) y 78 ejes (relaciones entre los nodos) con diversos tipos de vínculos (i.e. es parte de; es propiedad de; se asocia a; es causa de). La figura 7 ilustra la red general en diseño semántico.

En el centro de la red semántica se encuentra el nodo Desarrollo Sostenible, el cual presenta la mayor cantidad de ejes con respecto a otros nodos (14). Seguidamente, se encuentra Políticas públicas con 8 ejes. Vulnerabilidad y Reducción de Emisiones con 5 ejes cada uno. Seguido están: Biodiversidad, Servicios ecosistémicos, Mitigación, Variabilidad Climática, Gestión de Riesgos y Gestión del Recurso Hídrico con 4 ejes cada uno. Riesgos Climáticos, Economía, Adaptación, Energía Renovable, Biocombustibles y Seguridad Alimentaria, con 3 y finalmente Clima y Resiliencia con 2 ejes cada uno.

A continuación se presenta cada uno de los nodos encontrados en el análisis cualitativo (Figura 7) y se describe cuál es el papel que juega cada uno de estos conceptos en el marco del Desarrollo Sostenible:

Las políticas públicas establecen los lineamientos para la aplicación de planes y estrategias enfocados a la Adaptación al Cambio Climático. Sin embargo se debe analizar y revisar las políticas existentes y las modificaciones necesarias en la elaboración de nuevas normativas que respondan al cambio climático; para esto el pensamiento local debe combinarse con las acciones nacionales y mundiales para alcanzar los niveles de reducción de los impactos climáticos peligrosos en pro de un desarrollo sostenible.

La vulnerabilidad y su relación con el cambio climático es considerada como uno de los principales desafíos que enfrenta la sociedad humana en el siglo XXI. Por tanto es importante conocer el desarrollo de las ideas conceptuales sobre la vulnerabilidad al cambio climático. Su reducción a través de medidas de adaptación sostenible es una prioridad en las agendas de investigación y en programas de gobernanza a nivel global.

El cambio climático requiere la adopción de medidas a nivel internacional que permitan reducir emisiones. Esto a través de estrategias como el uso de recursos energéticos alternativos viables, disminución de la deforestación y del cambio de uso de suelo. No obstante la pérdida de biodiversidad se da principalmente por la transformación de los ecosistemas. Esta problemática debe ser analizada tanto desde la perspectiva política como científica que permita proteger los valores relativos de biodiversidad de bosques primarios, bosques secundarios, cultivos preexistentes y plantaciones, al igual que la contenida en los ecosistemas acuáticos.

Los servicios ecosistémicos entendidos como la provisión de valores ecológicos y sociales selectos, y bajo la complejidad de los desafíos del cambio climático, requieren investigación interdisciplinaria y la modelización integrada de cuestiones ambientales y económicas que ayuden a respaldar la sostenibilidad económica y ecológica de estos servicios. El mantener los servicios ecosistémicos implica la conservación de la biodiversidad y su funcionalidad.

Por su parte las relaciones causa-efecto del cambio climático y los enfoques de mitigación y adaptación al cambio climático son una prioridad en todas las agendas de desarrollo. La mitigación debe estar presidida por la integración de las preocupaciones económicas, sociales y ambientales en la formulación de políticas que permitan garantizar que los regímenes de mitigación del cambio climático puedan tener un impacto positivo en el desarrollo sostenible.



La variabilidad climática ha crecido de manera exponencial desde los años 70 existiendo una relación directa con el cambio climático; debe estar bajo un escenario con una visión prospectiva que permita minimizar la vulnerabilidad actual no solo bajo la perspectiva ambiental y social sino bajo los impactos económicos, fundamentales en el desarrollo sostenible.

El nodo gestión de riesgos se destaca como el principal vehículo utilizado para las evaluaciones del cambio climático, incluida la necesidad de gestionar la incertidumbre, la vinculación de peligros y consecuencias y la comunicación entre expertos técnicos y partes interesadas en la toma de decisiones.

Frente a la Gestión del Recurso Hídrico, las actividades humanas que ejercen impactos a escala global con implicaciones significativas para los servicios hidrológicos, sumando a la escasez de agua que se da en algunas regiones debido al cambio climático, obliga a un cambio de paradigma en el cual los hidrólogos deben convertirse en sintetizadores, observando y analizando el sistema como una entidad holística; tal ajuste es un requisito previo necesario para el desarrollo de estrategias de gestión sostenible de los recursos hídricos y para lograr la seguridad del agua a largo plazo para las personas y el medio ambiente (Wagener, 2010).

Los Riesgos Climáticos inciden sobre los medios de vida y los recursos de los sistemas ambientales con grandes impactos en la esfera social y económica, fundamentales en el desarrollo sostenible. Los riesgos climáticos obligan a la reorganización de las comunidades humanas desde sus modos de vida incluyendo actividades productivas, cultura, infraestructuras rurales y urbanas, entre otros.

Frente al tema económico hay pocas dudas de que el cambio climático influirá en los medios de subsistencia y las trayectorias de desarrollo en las próximas décadas. En este sentido la reducción de la pobreza, reducir la vulnerabilidad al cambio climático mediante medidas económicas de adaptación es un requisito previo para el desarrollo sostenible (Eriksen, *et al.*, 2007).

El nodo adaptación contribuye a las discusiones sobre el cambio climático y el desarrollo. La adaptación puede considerarse como un intento de cambiar amplias estructuras económicas, sociales y políticas mediante ajustes locales o basados en la comunidad para hacer frente a las condiciones cambiantes dentro de las limitaciones propias.

Las Energías Renovables surgen de la necesidad apremiante de mitigar el cambio climático global. Para lo cual se ha generado la transferencia de tecnología en torno a los sistemas de energía en la mayoría de los países, incluso en los menos adelantados. Lo anterior denota la importancia de una producción de bioenergía que permita la reducción de emisiones de GEI. Se necesita una investigación interdisciplinaria y la modelización integrada de cuestiones ambientales y económicas que ayuden a respaldar la sostenibilidad energética, y el diseño de políticas que avalen la implementación de diferentes tecnologías.

En Biocombustibles existe la necesidad de desarrollar fuentes de energía y tecnologías renovables limpias, que contribuyan al desarrollo sostenible en todo el mundo. Sin embargo la problemática de la expansión de la frontera agrícola para la producción de biocombustibles, ha ejercido una fuerte presión sobre este tipo de energías.

Respecto a la Seguridad alimentaria, la agricultura y los agricultores son muy sensibles al clima dada su fuerte dependencia de los recursos naturales; por lo tanto, la adaptación sustentable de los agricultores al cambio climático presenta una agenda críticamente importante y desafiante para las políticas científicas (Hashemi *et al.*, 2017). Es necesario generar programas de investigación que ayuden a solucionar las necesidades agrícolas en los próximos años, así como a orientar a las organizaciones de financiamiento en sus esfuerzos en pro de la ciencia agrícola.

Los cambios en el clima siguen limitando a gran parte de la población. Se han identificado sus causas, las responsabilidades políticas y económicas de los países y grupos empresariales y los efectos en la sociedad (Echeverri, 2009).

La noción de resiliencia está ganando cada vez más importancia dentro de la literatura sobre cambio climático. Generalmente se cita como un objetivo clave para los esfuerzos de adaptación y mitigación en busca del desarrollo sostenible (Leichenko, 2011). Existe la necesidad de vigilancia por parte de los investigadores, los encargados de formular políticas para garantizar una resiliencia que continúe fomentando un cambio social positivo.

#### **4.4 Hacia la definición de una agenda de investigación sobre Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible**

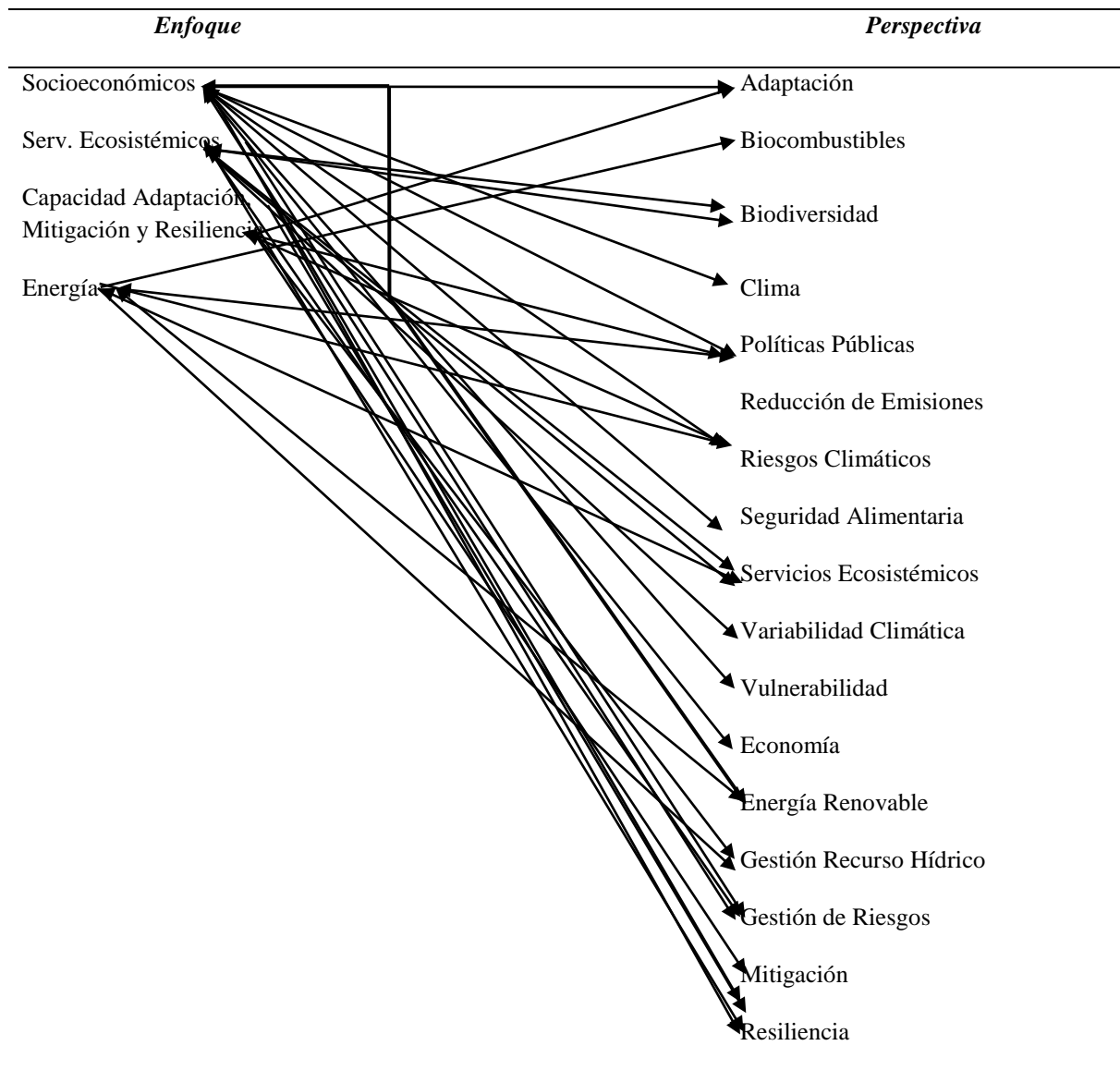
Se hace necesaria la definición de múltiples formas de lograr la sostenibilidad respecto al cambio climático. Así, en el marco de la generación de estrategias orientadas a la producción de conocimiento sobre cambio climático en el ámbito del desarrollo sostenible, se identifican multiplicidad de enfoques sobre los cuales desarrollar investigaciones. Como un primer acercamiento, se propone la profundización sobre cuatro enfoques que propician dinámicas de sostenibilidad (o insostenibilidad) para cambio climático (tabla 4).

Los enfoques relacionados con la generación de dinámicas de Cambio Climático en el marco de Desarrollo Sostenible, se identifican como las acciones que permiten orientar hacia la sostenibilidad. Los esfuerzos de investigación deberán orientarse hacia ese fin (i.e. aportes teóricos, desarrollos metodológicos, estudios de caso, contrastes). Esta propuesta se sustenta en que estos cuatro enfoques (Socioeconómicos, Servicios ecosistémicos, Capacidad de Adaptación y Energía), representan el 78,3% de los estudios encontrados en la presente revisión, lo cual indica la preponderancia que tiene para el Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible; sin embargo, se resalta la importancia de los demás enfoques encontrados (figura 5).

Una agenda de investigación renovada en esta temática deberá responder preguntas tales como: *¿Cuál es el aporte del enfoque X a la consolidación de la perspectiva Y? ¿De qué manera la perspectiva Y permite que un enfoque X pueda materializarse?, ¿Cómo los servicios ecosistémicos, permiten que el enfoque X se pueda dar o no?, ¿De qué depende que la capacidad de adaptación, mitigación y resiliencia esté relacionada con la perspectiva de políticas públicas?, ¿Es posible que un enfoque X sea igual de útil para una perspectiva A como para una perspectiva B?, ¿Puede darse a la vez diversos enfoque en un misma perspectiva?*

Responder de estas preguntas, requiere un abordaje interdisciplinario y que esté soportado por las esferas de toma de decisiones, para que los esfuerzos y logros del proceso, se vean efectivamente materializados. El contexto de Cambio Climático, afronta varios retos no solo desde lo ambiental, sino también desde lo social y económico, de tal forma que comenzar con la generación de respuestas ante estos interrogantes, puede constituirse como un primer paso hacia la sostenibilidad.

**Tabla 1. Interacciones entre el Cómo y el Qué en Cambio Climático**



Fuente: esta investigación

## 4. DISCUSIÓN

### 5.1 Impacto de la producción científica en relación a CC

El cambio climático es uno de los temas más importantes, transversales y compartidos de la agenda global; su estudio es uno de los aspectos claves en la investigación científica a

nivel mundial (Baigorri y Caballero, 2018). El cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible es el tema central de numerosas investigaciones, acuerdos globales y políticas gubernamentales. Esto hace que el tema sea publicado en revistas académicas de alto nivel presentes en Journal Citation Reports (JCR), lo que contribuye a la profesionalización y al nivel de especialización de las investigaciones (Larivière *et al.*, 2015). Adicionalmente, acceder a los resultados de estudios científicos genera un gran potencial para permitir progresos investigativos (Fecher *et al.*, 2015) y de toma de decisiones en los territorios.

Como se muestra en los resultados, las revistas que contienen el mayor número de publicaciones para la temática estudiada son “*Global Environmental Change*” y “*Ecological economics*”. La primera, según sus editores J. Barnett, L. Lebel, M. New y K. Seto, es una revista internacional que publica artículos de investigaciones sobre las dimensiones humanas y políticas del cambio ambiental global. La segunda, según su editor jefe RB Howarth, enfatiza el trabajo crítico que se basa en elementos de la ciencia ecológica, la economía y el análisis de valores. Las áreas específicas de investigación incluyen: valoración de recursos naturales, agricultura y desarrollo sostenible. Por su parte *Renewable and Sustainable Energy Reviews*” tiene como objetivo compartir problemas, soluciones, ideas novedosas y tecnologías para apoyar la transición a un futuro con bajas emisiones de carbono y alcanzar los objetivos de emisiones globales según lo establecido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. “*Climate and Development*” y “*Climate Policy*”, coinciden en hacer que el análisis complejo de los problemas climáticos y de desarrollo sea accesible para una amplia audiencia de investigadores. Lo anterior y teniendo en cuenta que los criterios de búsqueda utilizados en esta investigación fueron: Tema=*sustainable development*; área de investigación= *Climate Change*, sustenta que estas revistas participen con el 30,5% de los artículos analizados a diferencia de las revistas restantes que contienen el 2,5% en tres revistas y 1,3 % en las 49 revistas restantes.

Con relación a la ubicación de los estudios se encontró que quienes más investigan en torno al cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible son Europa y Estados Unidos. Del mismo modo el destino de las investigaciones corresponde a 33,8% y 32,5% para Europa y Estados Unidos respectivamente (Figura 1 y 2). Contreras, (2013) afirma que la UE ha adoptado una extensa normativa en materia climática, lo que le permitió posicionarse como el principal actor internacional con capacidad suficiente para impulsar las negociaciones internacionales sobre el calentamiento global en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre cambio climático.

Según los resultados, el impacto que ha tenido la discusión científica relacionada con el cambio climático dentro del marco del desarrollo sostenible obtuvo su mayor número de publicaciones en el año 2011 (Figura 3); sin embargo en el número de citas por año (Figura 4), se observa que el año 2006 fue el de mayor número de citas y no a partir del 2011. Igualmente se observa como el concepto de riesgos climáticos está presente a lo largo del periodo analizado pero de forma decreciente (Figura 6). Esto indica un aparente desinterés de la discusión científica en torno a los riesgos climáticos y al cambio climático. Para Baigorri y Caballero (2018), lo anterior se explica debido a que a pesar del amplio consenso científico en torno a las evidencias del cambio climático, existen, desde el punto de vista ideológico-económico, importantes resistencias políticas para implementar mecanismos de mitigación y adaptación. Numerosos trabajos de investigación confirman la existencia de un movimiento de negación del cambio climático. Estas resistencias políticas



generan recortes en todos los ámbitos de la administración pública incidiendo negativamente en el desarrollo de proyectos y de nuevas investigaciones.

## **5.2 Multidimensionalidad en el abordaje del Cambio Climático en el Marco del Desarrollo Sostenible**

El 82% de los enfoques de las dinámicas de Cambio Climático tienen relación directa con el Desarrollo Sostenible; el 18% restante tienen una relación secundaria pero no están desvinculados en la temática estudiada. Es ampliamente reconocida la necesidad de reducir la pobreza y la desigualdad para lograr el desarrollo sostenible mediante medidas económicas de adaptación, lo cual se considera cada vez más un requisito previo para el desarrollo sostenible (Eriksen, *et al.*, 2007). Abordar el cambio climático, es la única manera de generar modelos y estrategias de mitigación a esta problemática (Streimikiene y Girdzijauskas, 2009).

En este contexto los servicios ecosistémicos como parte del desarrollo sostenible ayudan a avanzar en la percepción de la naturaleza como un stock fijo de capital que puede sostener un flujo limitado de servicios. El enfoque de los servicios ecosistémicos puede ser parte de una solución amplia a las complejidades ecológicas, económicas y políticas de los desafíos que se enfrentan (Norgaard, 2010). Las distribuciones de las especies que habitan la tierra están cambiando a un ritmo acelerado, impulsadas por el cambio climático mediado por los seres humanos. Tales cambios ya están alterando la composición de las comunidades ecológicas. Esta redistribución de los organismos vivos del planeta es un desafío sustancial para la sociedad humana. Por lo tanto es necesario revisar las consecuencias de la redistribución de las especies para el desarrollo económico y la provisión de servicios ecosistémicos (Pecl, 2017).

En tal sentido el concepto de resiliencia está ganando cada vez más importancia dentro de la literatura sobre cambio climático. Los sistemas y las comunidades urbanas necesitan poder recuperarse rápidamente de los efectos climáticos. El mejoramiento en la capacidad de resiliencia se cita ampliamente como un objetivo clave para los esfuerzos que requieren las sociedades humanas de adaptación y mitigación en busca del desarrollo sostenible (Leichenko, 2011). Así pues la investigación ambiental y económica integrada es necesaria para formular estándares que ayuden a la sostenibilidad económica y ecológica, como por ejemplo la producción de energía a partir de biomasa que evite errores costosos en intentos de desarrollo (Dauber *et al.*, 2010). Existe un desafío apremiante para desarrollar fuentes de energía y tecnologías renovables limpias que contribuyan al desarrollo sostenible en todo el mundo.

El análisis de redes semánticas, arrojó que las políticas públicas están asociadas con la vulnerabilidad climática. Desde la década de 1990, los gobiernos nacionales y las organizaciones internacionales comenzaron a negociar el debate del "cambio climático", en la política de sostenibilidad (Bulkeley y Betsill, 2013). La vulnerabilidad ha generado una integración horizontal y vertical de las políticas de adaptación y la integración del conocimiento científico para enfrentar los desafíos en la gobernanza de adaptación al cambio climático (Bauer *et al.*, 2011). En este sentido las políticas públicas están directamente asociadas con los riesgos climáticos, esto según Bauer, *et al.*, (2011) se puede explicar ya que después de dos décadas de políticas de mitigación del cambio climático no se ha logrado frenar las emisiones globales de gases de efecto invernadero. En

consecuencia, la adaptación a los riesgos climáticos gana cada vez más atención entre los responsables políticos y los investigadores.

En este contexto, el análisis efectuado permitió determinar que la gestión de riesgos es intrínseca a las políticas públicas. Jones y Preston, (2011) destacan que la gestión del riesgo implica explorar, tomar y actuar en decisiones bajo condiciones de incertidumbre, de esta manera los marcos de gestión de riesgos deben estar vinculados entre expertos técnicos y los tomadores de decisiones de políticas públicas. Un ejemplo son los escenarios de emisiones los cuales se han utilizado ampliamente como base para estudios científicos, pero también como punto de referencia para la política y discurso social sobre el cambio climático (Girod *et al.*, 2009). Las decisiones relevantes que se pueden tomar para la disminución de emisiones está a cargo de los poderes políticos frente a los sectores productivos prioritarios de la economía como la producción industrial, tecnológica y el sector agropecuario (Cárdenas y Rodríguez, 2013). Estos sectores están diseñados bajo el análisis del marco normativo, económico y jurídico para la adaptación al cambio climático. Las políticas públicas por lo tanto, hacen parte de la adaptación al cambio climático (Eriksen, *et al.*, 2011) y por consiguiente al Desarrollo Sostenible (Bauer *et al.*, 2011).

La adaptación se ubicó dentro de los enfoques de mayor participación que generan dinámicas de Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible, esto se explica si se tiene en cuenta que existe una conciencia creciente de la necesidad de medidas de adaptación y mitigación para reducir los impactos del cambio climático. Sin embargo, históricamente, la mitigación y la adaptación han sido enmarcadas por científicos y legisladores como dos enfoques diferentes para enfrentar el mismo problema: el cambio climático (Biesbroek *et al.*, 2009). La adaptación puede considerarse como un intento de cambiar esas amplias estructuras económicas, sociales y políticas en sí mismas para lograr un desarrollo sostenible (Smit y Wandel, 2006) que pueden y están surgiendo como reacciones de las comunidades humanas a los ya notables efectos del cambio climático como las inundaciones, desertificación, fuertes huracanes, entre otros, y gracias a los cambios y adaptaciones de las políticas públicas. De igual manera, la adaptación sostenible aporta contribuciones relevantes a las discusiones sobre el cambio climático y el desarrollo (Brown, 2011).

La vulnerabilidad fue otro enfoque con importante relevancia en este estudio, Erikse *et al.*, (2007) destacan la necesidad de abordar la vulnerabilidad al cambio climático ya que puede considerarse uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la sociedad humana en el siglo XXI. La pérdida de biodiversidad es causa de la vulnerabilidad al cambio climático, la pérdida de especies incluye la pérdida de sus funciones ecológicas. La extinción de especies es un proceso natural y ocurriría sin acciones humanas, sin embargo, la pérdida de biodiversidad en el antropoceno se ha acelerado masivamente. Las especies se están extinguiendo a un ritmo acelerado. La tasa de extinción de las especies se estima entre 100 y 1.000 veces más de lo que podría considerarse natural. Al igual que con el cambio climático, las actividades humanas son la principal causa de la aceleración. Los cambios en el uso de la tierra ejercen el efecto más significativo. Estos cambios incluyen la conversión de ecosistemas naturales en agricultura o en áreas urbanas; cambios en la frecuencia y duración de incendios forestales y la introducción de nuevas especies en entornos terrestres (Rockström *et al.*, 2009).

Otros cambios incluyen la variación de la lluvia, la temperatura, fenómenos meteorológicos extremos, la producción, los precios de la alimentación, la agricultura, la

disponibilidad, el acceso al agua, la nutrición y el estado de salud. Los impactos más adversos se pronostican en el mundo en desarrollo debido a la dependencia de los sectores sensibles al clima, los bajos ingresos y la débil capacidad de adaptación (Heltberg *et al.*, 2009).

Por lo anterior y según lo encontrado en este estudio la vulnerabilidad está asociada a la gestión del riesgo como concepto emergente para la ciencia y la política climáticas. Durante el último decenio, los esfuerzos para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático desencadenaron un proceso de desarrollo teórico y prácticas de evaluación (Füssel y Klein 2006). En consecuencia la evaluación de impactos, adaptación y vulnerabilidad al cambio climático y la gestión del riesgo tienen muchos elementos en común, incluida la necesidad de gestionar la incertidumbre, la vinculación de peligros y consecuencias, la comunicación entre expertos técnicos y partes interesadas y los procesos formales para vincular todas estas actividades (Jones y Preston 2011).

Dentro de las dinámicas de Cambio Climático en el marco del Desarrollo Sostenible se encontró que la reducción de emisiones hace parte de la mitigación debido a que alrededor del 90% de la energía se genera a partir de combustibles fósiles y solo alrededor del 10% se produce a partir de fuentes de energía renovables. La utilización de combustibles fósiles para la producción de energía ha conducido a la contaminación ambiental mundial y al cambio climático, así como a la degradación ecológica y los problemas de salud bióticos. Por lo tanto, existe un desafío apremiante para desarrollar fuentes de energía y tecnologías renovables, limpias y sostenibles en todo el mundo que ayuden a mitigar estos impactos (Maity *et al.*, 2014). La mitigación del cambio climático se considera una prioridad a nivel internacional y se pone en la parte superior de la agenda para la mayoría de los políticos y tomadores de decisiones. El desafío clave es que las tecnologías sostenibles bajas en carbono deben ser adoptadas tanto por los países desarrollados como por los países en desarrollo, en un esfuerzo por evitar prácticas insostenibles pasadas, atrapadas en tecnologías antiguas y menos sostenibles (Karakosta, *et al.*, 2010). Los cultivos energéticos se promueven como una fuente prometedoras de energía renovable que podría reducir la dependencia humana de los combustibles fósiles y formar un componente importante en medidas de mitigación climática, tanto reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como secuestrando carbono en los suelos (Dauber *et al.*, 2010).

Con respecto a esto, los combustibles fósiles como enfoque en esta investigación tienen gran importancia; las preocupaciones por la seguridad energética y la necesidad de responder al cambio climático han llevado a un creciente interés mundial en los biocombustibles como energía renovable. Varios formuladores de políticas consideran que los biocombustibles son una clave para reducir la dependencia del petróleo extranjero, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y cumplir los objetivos de desarrollo rural (Koh y Ghazoul 2008).

No obstante los biocombustibles están fuertemente asociados con la seguridad alimentaria, pues los sistemas de producción de biocombustibles de primera generación tienen considerables limitaciones económicas y medioambientales; entre ellas demanda de grandes extensiones de tierra necesarias para la producción de alimentos para la creciente población mundial (Maity *et al.*, 2014) que según la ONU alcanzará los 9.700 millones en 2050. Existe un vínculo intrínseco entre el desafío para garantizar la seguridad alimentaria durante el siglo XXI y los problemas del cambio climático (Beddington, 2010).

El crecimiento en la demanda de recursos deriva el análisis de los servicios ecosistémicos. Este concepto permite hacer más explícita la interdependencia del bienestar humano y el mantenimiento del adecuado funcionamiento de los ecosistemas (Balvanera, 2012) a partir igualmente de la conservación de la biodiversidad. Las aguas dulces en lagos, humedales y ríos sostienen ecosistemas con diversas formas de vida que, junto con el agua en sí misma, proporcionan bienes y servicios de importancia crítica para las sociedades humanas de todo el mundo. Estos bienes y servicios ecológicos están cada vez más amenazados por las actividades humanas en los ríos y sus cuencas. Hay cinco categorías principales de amenaza para las aguas dulces: sobreexplotación, contaminación del agua, fragmentación, destrucción o degradación del hábitat e invasión por especies no autóctonas; todos están vinculados y exacerbados por la modificación de los ríos y los regímenes de inundación de los humedales.

Los científicos deben desarrollar herramientas y modelos para informar y facilitar la gestión del agua ecológicamente sostenible, equilibrando así las demandas humanas y ecológicas de agua dulce en entornos sociales, políticos complejos y dinámicos (Arthington *et al.*, 2010). La escasez de agua como resultado del crecimiento económico y poblacional se considera una de las amenazas más importantes para las sociedades humanas y una limitación para el desarrollo sostenible por la pérdida de biodiversidad. En todo el mundo, el suministro de agua lucha por mantenerse al ritmo de la creciente demanda, que se ve agravada por el crecimiento de la población, el cambio climático global y el deterioro de la calidad del agua. La necesidad de innovación tecnológica para permitir la gestión integrada del agua debe estar acompañada de las políticas de gestión de riesgos establecidas en cada país (Qu *et al.*, 2013).

Sin bien el Desarrollo Sostenible está asociado con el clima y se ha abordado desde diferentes perspectivas del desarrollo, se han identificado sus causas, las responsabilidades políticas y económicas de los países y grupos empresariales y los efectos en la sociedad (Echeverri, 2009), es necesario fortalecer la generación de información, el acceso a la misma y cuáles son las tendencias sobre las variables climáticas, ambientales y sectoriales para avanzar en la toma de decisiones políticas, sociales e investigativas el marco del Desarrollo Sostenible (DNP, 2014).

## **6. CONCLUSIONES**

El cambio climático involucra multiplicidad de elementos que trascienden la conservación de recursos naturales hacia aspectos sociales, económicos, culturales y políticos. En este sentido se identificaron diversos enfoques relacionados con cambio climático, lo que presenta múltiples hojas de ruta para generar estrategias relacionadas con la investigación y planificación de esta temática.

Los enfoques: Socioeconómicos, Servicios ecosistémicos, Energía y Capacidad de Adaptación, Mitigación y Resiliencia, resultan los más importantes para un primer acercamiento a una agenda de investigación relacionada con CC, dado que se encuentran articulados al contexto nacional y regional y permiten relacionarse con diferentes perspectivas fundamentales en DS.

En las publicaciones analizadas, se observa un declive de citaciones a partir del año 2006 en torno a la temática estudiada de acuerdo a los países y la producción escritural de los mismos.

A partir del año 2011 se observa una tendencia decreciente en el número de publicaciones para el período analizado. Así mismo ninguno de los enfoques sobre CC demuestra un aumento significativo en el periodo estudiado. Riesgos climáticos es el único enfoque que se presenta a lo largo de dicho periodo, pero igualmente de manera decreciente en el número de publicaciones por año.

Sur América ocupa el tercer lugar en origen y destino de las investigaciones sobre CC-DS. Está precedido por Europa y Norte América, pero supera regiones como Oceanía, Asia y África.

Colombia participa ampliamente con las investigaciones reportadas en Sur América. Existe interés de diferentes instituciones públicas y privadas para la investigación de los impactos climáticos sobre la sociedad, la economía y los ecosistemas del país.

## **7. RECOMENDACIONES**

Los temas relevantes para la profundización en el estudio CC aquí planteados resaltan la necesidad de comenzar con el fortalecimiento teórico y metodológico, en relación con los enfoques propuestos.

Esta investigación identificó los enfoques de riesgos climáticos y variabilidad climática como categorías emergentes en el CC por lo tanto es necesario abordarlos teórico y metodológicamente en futuras investigaciones.

Las políticas públicas en torno al CC deben estar relacionadas a nivel local, nacional y mundial a fin de reducir los impactos climáticos peligrosos en el marco del desarrollo sostenible.

## **8. REFERENCIAS**

Acevedo, R. E. N., García, M. y Hernández, H. R. (2016). Cambio climático, crisis socioeconómica y supervivencia. *Ojeando la Agenda*, (42), 1.

Arthington, Á. H., Naiman, R. J., McClain, M. E. y Nilsson, C. (2010). Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Freshwater Biology*, 55(1), 1-16.

Baigorri, A. y Caballero, M. (2018). Negacionismo, políticas demoscópicas y currículum de fracasos. El caso del cambio climático en España. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 77, 8-58.

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).

Barton, J. R. y Irarrázaval, F. (2016). Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63, 87-110.

- Bauer, A., Feichtinger, J. y Steurer, R. (2011). The governance of climate change adaptations in ten OECD countries: Challenges and approach: Institute of Forest, Environmental, and Natural Resource Policy.
- Becerra, A. J. (2006). El estado del arte en la investigación en las ciencias sociales. *La práctica investigativa en ciencias sociales*, 27.
- Beddington, J. (2010). Food security: contributions from science to a new and greener revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1537), 61-71.
- Biesbroek, G. R., Swart, R. J. y Van der Knaap, W. G. (2009). The mitigation–adaptation dichotomy and the role of spatial planning. *Habitat international*, 33(3), 230-237.
- Brown, K. (2011). Sustainable adaptation: An oxymoron?. *Climate and Development*, 3(1), 21-31.
- Bulkeley, H. y Betsill, M. M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental politics*, 22(1), 136-154.
- Cáceres, L. (2017). El cambio climático. Aspectos relevantes a nivel mundial y nacional. *Revista AFESE*, 46(46).
- Cárdenas, M. y Rodríguez, M. (2013). Desarrollo económico y adaptación al cambio climático.
- Contreras, D. (2013). El papel de la Unión Europea en las negociaciones internacionales sobre cambio climático. *Observatorio Medioambiental*, 16.
- Coralie, C., Guillaume, O. y Claude, N. (2015). Tracking the origins and development of biodiversity offsetting in academic research and its implications for conservation: a review. *Biological Conservation*, 192, 492-503.
- Cruz, Y. Y. P. y Martínez, P. C. C. (2015). Cambio climático: Bases científicas y escepticismo. *CULCyT*, (46).
- Dauber, J., Jones, M. B. y Stout, J. C. (2010). The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. *Gcb Bioenergy*, 2(6), 289-309.
- DNP-BID (2014). Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia – Síntesis. Bogotá, Colombia.
- Echeverri, J. Á. (2009). Pueblos indígenas y cambio climático: el caso de la Amazonía colombiana. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, (38 (1)), 13-28.
- Eriksen, S. H. y O'brien, K. A. R. E. N. (2007). Vulnerability, poverty and the need for sustainable adaptation measures. *Climate Policy*, 7, 337-352.

Eriksen, S., Aldunce, P., Bahinipati, C. S., Martins, R. D. A., Molefe, J. I., Nhemachena, C. y Ulsrud, K. (2011). When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for sustainable adaptation. *Climate and Development*, 3(1), 7-20.

Fecher, B., Friesike, S. y Hebing, M. (2015). What drives academic data sharing? *PloS One*, 10(2), e0118053. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0118053>.

Füssel, H. M. y Klein, R. J. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic change*, 75(3), 301-329.

Girod, B., Wiek, A., Mieg, H. y Hulme, M. (2009). The evolution of the IPCC's emissions scenarios. *Environmental science & policy*, 12(2), 103-118

Guevara, J. M. L. (2015). Análisis de riesgos climáticos sobre los componentes, recursos y medios de vida de los sistemas alimentarios del departamento de Copán en el año 2014. *Revista Ciencia y Tecnología*, (16), 65-81.

Hashemi, S. M., Bagheri, A. y Marshall, N. (2017). Toward sustainable adaptation to future climate change: insights from vulnerability and resilience approaches analyzing agrarian system of Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1), 1-25.

Heltberg, R., Siegel, P. B. y Jorgensen, S. L. (2009). Addressing human vulnerability to climate change: toward a 'no-regrets' approach. *Global Environmental Change*, 19(1), 89-99.

Jones, R. N. y Preston, B. L. (2011). Adaptation and risk management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(2), 296-308.

Karakosta, C., Doukas, H. y Psarras, J. (2010). Technology transfer through climate change: Setting a sustainable energy pattern. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(6), 1546-1557.

Koh, L. P. y Ghazoul, J. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: understanding the conflicts and finding opportunities. *Biological conservation*, 141(10), 2450-2460.

Larivière, V., Haustein, S. y Mongeon, P. (2015). The Oligopoly of Academic Publishers in the Digital Era. *Plos One*, 10(6), e0127502. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0127502>

Le Gentil, E., y Mongruel, R. (2015). A systematic review of socio-economic assessments in support of coastal zone management (1992–2011). *Journal of environmental management*, 149, 85-96.

Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience. *Current opinion in environmental sustainability*, 3(3), 164-168.

Lo Vuolo, R. M. (2014). Cambio climático, políticas ambientales y regímenes de protección social: Visiones para América Latina.

Londoño Palacio, O. L., Maldonado Granados, L. F. y Calderón Villafañez, L. C. (2014). Guías para construir estados del arte.

Maity, J. P., Bundschuh, J., Chen, C. Y. y Bhattacharya, P. (2014). Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment: Present and future perspectives—A mini review. *Energy*, 78, 104-113.

Naciones Unidas. (2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asamblea General. 4ª sesión plenaria.

Naciones Unidas. (s.f). Una población en crecimiento. Recuperado de: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

Norgaard, R. B. (2010). Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder. *Ecological economics*, 69(6), 1219-1227.

Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C. y Falconi, L. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332), eaai9214.

Pérez, C. E. Q. (2016). Cumbre de París sobre el Cambio Climático. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*, 4(1).

Qu, X., Alvarez, P. J. y Li, Q. (2013). Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. *Water research*, 47(12), 3931-3946.

Robledo, G. S. (2015). Tree of Science (ToS) Una herramienta web para el análisis de citas. Herramienta web para la selección inteligente de artículos científicos aplicando el análisis de redes Biblioteca de la Universidad Nacional – Sede Manizales.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F. y Nykvist, B. (2009). A safe operating space for humanity. *nature*, 461(7263), 472-475.

Rodríguez S., L.J. y Orrego A., C.E. (2016). Aplicaciones de mezclas de biopolímeros y polímeros sintéticos: revisión bibliográfica. *Revista Científica*, 25, 252-264.

Rojas, S. P. R. (2007). El estado del arte como estrategia de formación en la investigación. *Studiositas*, 2(3), 5-10.

Smit, B. y Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.

Streimikiene, D. y Girdzijauskas, S. (2009). Assessment of post-Kyoto climate change mitigation regimes impact on sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(1), 129-141.

Torres, R. M. (2016). Incorporación de la gestión del cambio climático en los planes de desarrollo territorial. Caso de estudio: Ecorregión Eje Cafetero (Master Thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira).

Urias, F. S. (2015). Cambio climático: interpretando el pasado para entender el presente. *CIENCIA ergo-sum*, 14(3), 345-351.



Vega, V. G. C. (2016). Algunos distractores sobre el cambio climático en la región tropical americana. *Revista Ingeniería*, 26(1), 3-10.

Wagner, T., Sivapalan, M., Troch, P. A., McGlynn, B. L., Harman, C. J., Gupta, H. V. y Wilson, J. S. (2010). The future of hydrology: An evolving science for a changing world. *Water Resources Research*, 46(5).

Ziegler, C., Morelli, V. y Fawibe, O. (2017). Climate Change and Underserved Communities. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 44(1), 171-184.