

**INDICADORES QUE MANIFIESTAN CAMBIOS EN EL SISTEMA CLIMÁTICO DE
COLOMBIA (Años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas)**

Henry Oswaldo Benavides Ballesteros
Uriel Dionicio Sepúlveda Plazas

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
1. RESUMEN.....	5
2. INDICADORES ASOCIADOS A LA TEMPERATURA.....	9
2.1 NIVEL GLOBAL.....	9
2.1.1 Años más calientes.....	9
2.1.2 Tasas de calentamiento.....	11
2.1.3 Décadas más calientes.....	13
2.2 NIVEL NACIONAL.....	14
2.2.1 Años más calientes.....	14
2.2.2 Décadas más calientes.....	18
2.2.3 Años más calientes para cada mes.....	19
3. INDICADORES ASOCIADOS A LA PRECIPITACIÓN.....	20
3.1 NIVEL GLOBAL.....	20
3.1.1 Años más y menos lluviosos.....	20
3.1.2 Décadas más y menos lluviosas.....	21
3.2 NIVEL NACIONAL.....	23
3.2.1 Años más lluviosos y más secos.....	23
3.2.2 Décadas más lluviosas y más secas.....	26
3.2.3 Años más y menos lluviosos para cada mes.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

INTRODUCCIÓN

Anualmente la Organización Meteorológica Mundial (OMM) publica el informe "Declaración anual de la OMM sobre el estado del clima mundial", en el que se presenta un análisis del comportamiento de la temperatura media superficial global, la precipitación y los fenómenos extremos que se presentaron a nivel mundial. Su objetivo es propiciar una comprensión más cabal de nuestro clima cambiante y variable desde una perspectiva a largo plazo. Estas mediciones ponen de manifiesto que "el cambio climático está teniendo lugar y no es una amenaza de un futuro lejano", según advierte la OMM.

En el presente documento se hará énfasis en el comportamiento nacional de la temperatura y la precipitación, presentando su evolución meteorológica y climática, así como algunas señales que evidencian el calentamiento del sistema climático. Es algo similar a algunos productos que presenta el informe de la OMM, que se menciona en el párrafo anterior, pero aplicado a nivel nacional.

En el caso de la temperatura, se presenta inicialmente un corto análisis de la temperatura media superficial global (promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie del suelo y la temperatura superficial del mar), analizando la información más reciente de la OMM: como cuales fueron los 20 años más calientes desde 1880; la relación de estos años con el fenómeno El Niño y La Niña; las tendencias lineales de calentamiento definidas por diferentes fuentes (IPCC y OMM) y en diferentes periodos de tiempo y finalmente las décadas más calientes desde 1850 a nivel global.

Teniendo en cuenta la anterior información a escala global, se realizó un análisis similar en el país, para obtener información sobre cuales fueron los años y las décadas más calientes, para el periodo comprendido entre 1971 y el 2015, así como para cada mes cuales fueron los tres años mas calientes durante este periodo. También se relacionaron estos resultados con la ocurrencia del fenómeno El Niño y La Niña y se logró establecer la tendencia lineal de aumento de la temperatura media en el país, para el periodo 1980-2015. Lo anterior se realiza con base en la información de 333 estaciones meteorológicas, representativas para todo el país y las cuales tienen la información más completa y actualizada de la red de estaciones del IDEAM en esta variable. Cabe aclarar que se tuvieron en cuenta solo estaciones ubicadas en zonas terrestres, sin incluir las temperaturas en los océanos.

En cuanto a la precipitación a nivel global, se realiza un breve análisis de la precipitación en zonas terrestres (sin incluir las precipitaciones en los océanos), respecto a cuáles fueron los años y las décadas más lluviosos para el periodo 1900-2015.

Con base en la anterior información a escala global, se realizó un análisis similar en el país, generando un indicador asociado a la precipitación media anual a nivel nacional, que se obtiene de los acumulados mensuales de las series históricas de las estaciones analizadas, para obtener información sobre: cuales fueron los años y las décadas más lluviosas y más secas de los últimos 45 años; la relación de los resultados anteriores con el fenómeno de El Niño y La Niña; las tasas lineales de cambio de la precipitación para el periodo 1980-2015, así como para cada mes, cuales fueron los tres años más y menos lluviosos. Lo anterior se realiza con base en la información de cerca de 1474 estaciones meteorológicas, representativas para todo el país, las cuales tienen la información más completa y actualizada de precipitación en la red de estaciones del IDEAM.

1. RESUMEN

Entre los resultados más importantes de la presente Nota Técnica, que busca generar indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia, están los siguientes: de los últimos 45 años, el 2015 figura como el año más caliente en el país; entre los 20 años más calientes de los últimos 45, nueve hacen parte del decenio 2001-2010 y los tres del decenio 2011-2020 que se encuentran en esta lista, están entre los primeros seis lugares con mayor promedio de temperatura, haciendo parcialmente de esta década la más caliente hasta el momento; la tasa lineal de calentamiento para el periodo 1980-2015 es de 0,179 °C por década; el mes más caliente en el país ha sido septiembre de 2015; el año más lluvioso ha sido el 2011 y el menos lluvioso fue el 2015, adicionalmente el año 2010 tiene el registro del mes más lluvioso (noviembre), mientras que el mes menos lluvioso de los últimos 45 años fue febrero de 1973. Estos resultados y otros hallazgos importantes se relacionan con mayor detalle a continuación:

1) En los análisis de temperatura se utilizó la información de 333 estaciones meteorológicas, representativas para todo el país y con la información más completa y actualizada de la red de estaciones del IDEAM, encontrando lo siguiente:

- El año más caliente en el país, durante el periodo 1971-2015, fue el 2015, con un promedio de temperatura de 23,36 °C, seguido de 1998 con 22,92 °C, el 2014 con 22,83 °C, 1997 con 22,75°C y el 2002 con 22,65°C. Las anomalías para cada uno de los años anteriores fueron de 1,16 °C, 0,72°C, 0,63°C, 0,54°C y 0,45°C. Estas anomalías se obtuvieron con base al promedio de la temperatura media nacional para el período de referencia 1971-2000, el cual fue de 22,21 °C.

- Entre los 20 años más calientes en el país durante el periodo 1971-2015, figuran nueve que hacen parte del decenio 2001-2010 (el único año que está por fuera de esta lista es el 2008). Por otro lado, del decenio 1991- 2000 aparecen 4 años en este listado y solo 2 para cada uno de los decenios 1971-1980 y el 1981-1990. Del decenio 2011-2020 aparecen tres años, los cuales se encuentran entre los primeros seis lugares con mayor promedio de temperatura.

- El comportamiento de la temperatura media en el país, está muy relacionada con la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña. Es así, que cuando ocurren fenómenos El Niño fuertes, se presentan notables incrementos en la temperatura media anual en el país. De los diez años más calientes durante el periodo 1971-2015, nueve estuvieron bajo la influencia de EL Niño.

- Cuando se presentan fenómenos de La Niña, las temperaturas medias en el país disminuyen también en forma notoria. Los años más fríos en el país, durante el periodo 1995 a 2015, estuvieron bajo la influencia de La Niña (1996, 1999, 2000, 2008 y 2011). Según la OMM, fenómenos atmosféricos y oceánicos como La Niña

“enfriaron temporalmente el clima en algunos años, sin embargo, no interrumpieron la tendencia de calentamiento predominante”.

- Como se muestra en la siguiente tabla, se ha presentado un incremento progresivo en el promedio de la temperatura media de cada década desde la de 1971-1980, excepto por la de 1981-1990, en la cual, se presenta una leve disminución con respecto a la década anterior, ya que en esta se presentaron dos eventos de La Niña, incluido el más fuerte en los últimos 40 años, que fue el que ocurrió entre 1988 y 1989. La década 1991–2000 (caracterizada por la ocurrencia de varios fenómenos de El Niño, incluido uno de los más fuertes de los últimos 50 años, que fue el de 1997-1998) fue la que presentó un mayor aumento con respecto a la década anterior, ya que tuvo un incremento de 0,29°C con respecto a la década 1981–1990.

Promedio de la temperatura media nacional para los decenios desde 1971

Decenios	Promedio de la temperatura (°C)
1971 – 1980	22,15
1981 – 1990	22,09
1991 – 2000	22,38
2001 – 2010	22,52
2011 – 2020*	22,65

*Dato parcial y solo incluye el periodo 2011-2015. Fuente: IDEAM

- La tendencia lineal de aumento de la temperatura media en el país, para el periodo 1980-2015, de 0,179°C por década, es mayor a la tasa lineal de calentamiento promedio de los últimos 50 años de 0,13°C por década, a nivel global (según el Cuarto informe del IPCC) y es ligeramente mayor a los 0,166°C por década para el periodo 1971-2011 (según la OMM, 2012), tal como se muestra en la siguiente tabla.

Comparación de las Tasas lineales de calentamiento nacional y global

Promedios globales		
Periodo	Tendencia lineal durante el periodo (°C)	Fuente
1901-2000	0,6	IPCC (2007)
1906-2005	0,74	IPCC (2007)
Periodo	Tasa lineal de calentamiento por década (°C)	Fuente
1881-2010	0,06	OMM (2012)
Últimos 50 años	0,13	IPCC (2007)
1971-2011	0,166	OMM (2012)
Promedios nacionales		
Periodo	Tasa lineal de calentamiento por década (°C)	Fuente
1980-2015	0,179	Autor

Fuente: IDEAM

- Al analizar los años más calientes de cada mes, se encontró que para los primeros cuatro meses, los años más calientes fueron 1998 y el 2010, mientras que para el resto de los meses el año más caliente ha sido el 2015. Recordemos que en los años

1998 y 2015 se han presentado los fenómenos El Niño más fuertes de los últimos 60 años, con los valores más altos del ONI, del orden de 2,3 en ambos casos.

- El mes más caliente en el país desde 1971, ha sido septiembre de 2015 con un promedio en la temperatura media nacional de 24,20°C.

2) En los análisis de precipitación se utilizó información de 1474 estaciones meteorológicas representativas para todo el país, con los siguientes resultados:

- Respecto a los años más lluviosos en el país durante los últimos 45 años (periodo 1971-2015), el 2011 ocupa el primer lugar, seguido de los años 2010, 1999, 1971 y 2008. Los dos primeros años con más altas precipitaciones en el país, coinciden con los que se presentaron a nivel global.

- De los 15 años más lluviosos en el país, para el periodo 1971-2015, 12 estuvieron bajo la influencia del fenómeno de La Niña.

- Los años con menores precipitaciones en el país durante los últimos 45 años (periodo 1971-2015), fueron 2015, 1997, 1992, 1991 y 1985. A nivel global, los años con menores precipitaciones fueron 1992, 1987, 1983, 1993 y 1986.

- Entre los 15 años con menores precipitaciones en el país, durante el periodo 1971-2015, los cuatro primeros años estuvieron bajo la influencia del fenómeno de El Niño de un total de 12 que estuvieron influenciados por este fenómeno.

- La década que presenta mayor promedio en la precipitación media es la de 2001-2010, con un valor de 176 mm (en esta década se presentaron tres eventos Niña), mientras que la que presenta menor promedio es la década 1991-2000 (caracterizada por la ocurrencia de varios fenómenos de El Niño, incluido uno de los más fuertes de los últimos 50 años, que fue el de 1997-1998), con un valor de 167,6 mm por década.

Precipitación media nacional para los decenios desde 1961 hasta el 2010

Decenios	Precipitación media nacional por década (mm)
1971 – 1980	170,6
1981 – 1990	169,1
1991 – 2000	167,6
2001 – 2010	176,0
2011 – 2020*	171,5

*Dato parcial y solo incluye el periodo 2011-2015. Fuente: IDEAM

- La actual década 2011-2020, incluyendo solo el periodo 2011-2015, se presenta hasta el momento como la segunda más lluviosa con un promedio de 171,5 mm por década.

- Para el periodo analizado 1980-2015 se tiene una tasa lineal de aumento de la precipitación en el país de 3,72 milímetros por década, consistente con el actual incremento de la temperatura superficial a nivel global que puede estar generando un aumento de la humedad en la atmósfera y por ende un incremento de las precipitaciones.

- Los tres meses más lluviosos en el país en los últimos 45 años han sido: noviembre de 2010 con una precipitación media mensual de 342,0 mm, mayo de 1981 con un valor de 329,4 mm y octubre de 2007 con 317,8 mm.

- Finalmente, los tres meses menos lluviosos en el país en los últimos 45 años han sido: febrero de 1973 con una precipitación media mensual de 30,8 mm, enero de 2010 con un valor de 34,2 mm y febrero de 2007 con 38,5 mm.

2. INDICADORES ASOCIADOS A LA TEMPERATURA

Entre los indicadores que manifiestan el cambio climático a nivel mundial, el principal es la temperatura media superficial global (promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie del suelo y la temperatura superficial del mar), que es usado generalmente por las principales organizaciones internacionales (OMM, IPCC) y centros de investigación para sustentar el calentamiento de la baja atmósfera. Estos cambios de temperatura no se han producido de manera homogénea en todo el mundo, sino que han variado según las diferentes regiones y diferentes partes de la baja atmósfera.

2.1 Nivel Global

2.1.1 Años más calientes

Para obtener la temperatura media superficial global, la OMM combina tres conjuntos de datos de observación reconocidos a nivel internacional, con sofisticados sistemas de reanálisis, motivo por el cual, constituye la fuente de referencia internacional más fidedigna.

La temperatura global que brinda la OMM se deriva principalmente de las bases de datos de los siguientes centros de investigación:

- El Centro Hadley y la Unidad de investigación climática de la Universidad de East Anglia en el Reino Unido (HadCRUT4);
- Los Centros Nacionales para la Información Ambiental (NCEI) de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA/NCDC) de Estados Unidos de América;
- El Instituto Goddard de Investigaciones Espaciales (GISS), cuyo funcionamiento está a cargo de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA).

La OMM también se basa en información procedente de sistemas de reanálisis, que usan un sistema de predicción meteorológica para combinar múltiples fuentes de datos y facilitar así un panorama más completo de las temperaturas mundiales, en particular en las regiones polares. La Organización también toma datos de los reanálisis del Centro europeo de predicción meteorológica a mediano plazo (CEPMMP).

La OMM usa el período de referencia 1961-1990, internacionalmente acordado, para medir el cambio climático a largo plazo. La temperatura media global durante ese período fue de 14,0 °C.

El conjunto de datos sobre la temperatura media superficial global de la Oficina Meteorológica del Reino Unido (HadCRUT4) se remontan a 1850 y los de la NOAA y la NASA a 1880.

La temperatura media superficial global se obtuvo a partir del promedio de las anomalías de la temperatura media superficial global, con respecto al periodo de referencia, reportadas en la página Web de la Oficina meteorológica del Reino Unido, para las tres fuentes de información mencionadas anteriormente: HadCRUT4, NCDC y el GISS. A esta anomalía se le suma el valor de 14 °C, que es el promedio del periodo de referencia. A partir de esta información se genera la tabla 1 con la lista de los 20 años con mayor promedio de la temperatura desde 1880.

Tabla 1. Los 20 años más calientes desde 1880

Puesto	Año	Temperatura media global (°C)
1	2015	14,76
2	2014	14,57
3	2010	14,56
4	2005	14,55
5	1998	14,53
6	2003	14,51
7	2002	14,50
8	2013	14,50
9	2007	14,50
10	2006	14,50
11	2009	14,49
12	2012	14,47
13	2004	14,44
14	2001	14,44
15	2011	14,43
16	2008	14,39
17	1997	14,38
18	1995	14,33
19	1999	14,32
20	2000	14,30

Fuente: A partir de Metoffice del Reino Unido
<http://www.metoffice.gov.uk/research/monitoring/climate/surface-temperature>

Como se observa en la tabla 1, quince de los dieciséis años más calientes se han registrado en el presente siglo, siendo el año 2015 el más caliente, con una temperatura superior en 0,76 °C a la media a largo plazo de 14,0 °C del período de referencia 1961-1990.

El 2011 fue el decimoquinto año más caliente, con una temperatura de 0,43 °C por encima del promedio, a pesar de ser un año con presencia del fenómeno de la Niña

(que tiene un efecto de enfriamiento y por lo tanto de disminución de la temperatura media global).

En la década pasada, el 2008 fue el año más frío con una temperatura de 0,39 °C superior a la del promedio y sin embargo ha sido el decimosexto mas caliente desde 1860.

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la temperatura media superficial global de los últimos 26 años, junto con la tendencia lineal de calentamiento para el periodo 1990-2015, que es de 0,1601 °C por década.

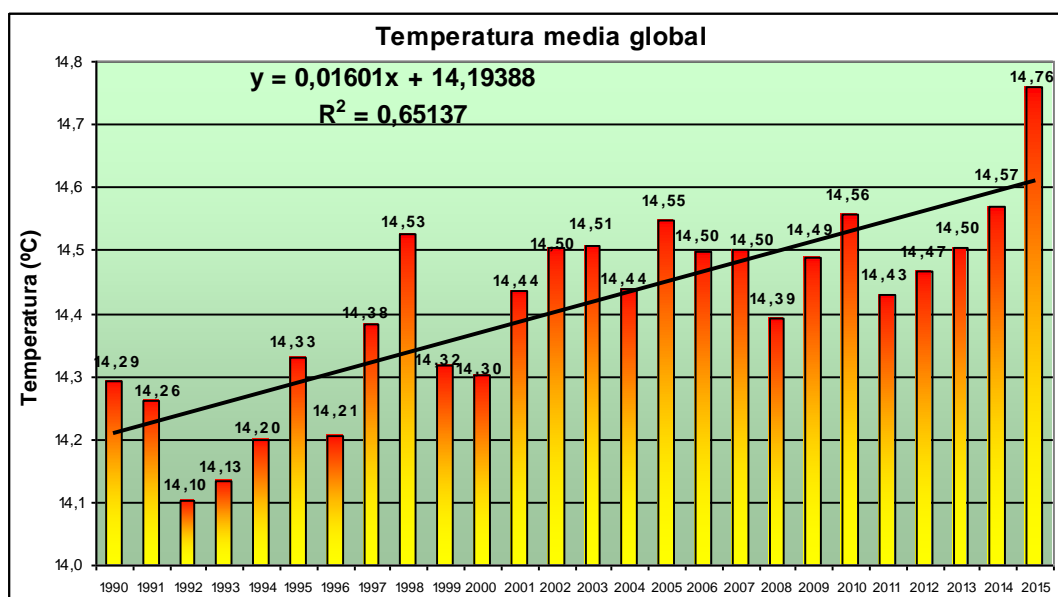


Figura 1. Temperatura media superficial global de los últimos 26 años. Fuente: IDEAM.

Se observa la elevación sostenida de la temperatura media superficial global, asociada a la tendencia al alza de la concentración en la atmósfera de los gases de efecto invernadero y el consiguiente aumento del forzamiento radiativo de la atmósfera de la tierra, mientras que en la figura 2 se puede apreciar, que si bien el ritmo de calentamiento varía de año a año debido a la variabilidad natural causada por fenómenos como el ciclo de El Niño, las erupciones volcánicas y otros fenómenos, la elevación es preocupante, tal como lo advierte la OMM.

2.1.2 Tasas de Calentamiento

El aumento de la temperatura para el periodo 1880-2012 de 0,85 °C, es mayor al ocurrido en el periodo 1906-2005, cuyo valor fue de 0,74 °C (ver tabla 2). La tasa lineal de calentamiento promedio para el periodo 1951-2012 es de 0,12 °C por década, el doble que el promedio del periodo 1881-2010 (ver figura 3).

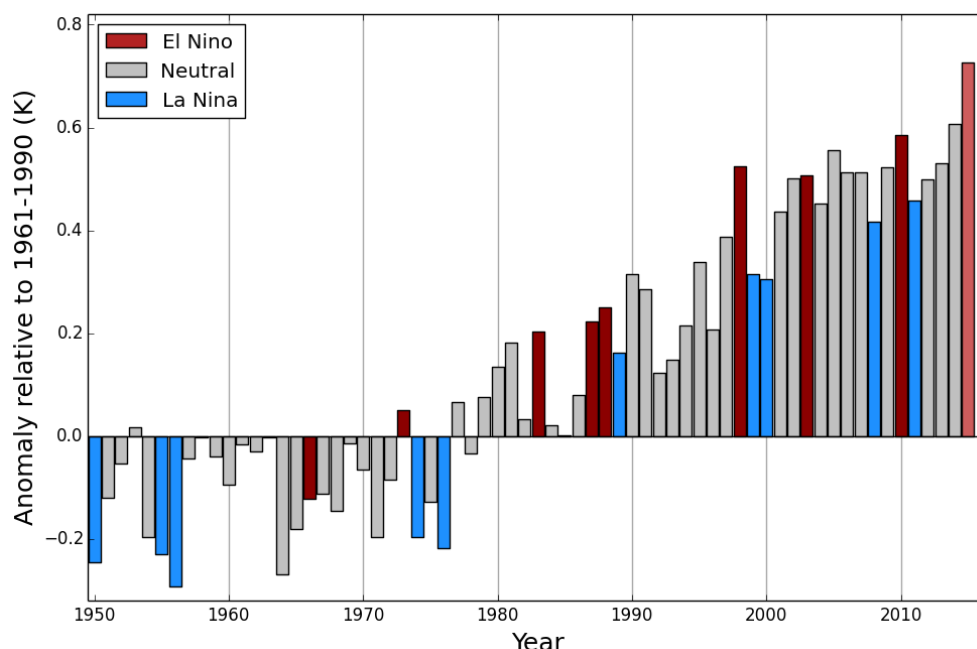


Figura 2. Temperatura media superficial global desde 1950. Años en azul con presencia del fenómeno de La Niña y en rojo El Niño. Fuente: (OMM, 2016).

Tabla 2. Tasas de calentamiento a nivel global

Periodo	Tendencia lineal durante el periodo (°C)	Fuente
1901-2000	0,60	IPCC (2007)
1906-2005	0,74	IPCC (2007)
1880-2012	0,85	IPCC (2013a)
Periodo	Tasa lineal de calentamiento por década (°C)	Fuente
1881-2010	0,06	OMM (2012)
1951-2012	0,12	IPCC (2013b)
Últimos 50 años	0,13	IPCC (2007)
1971-2011	0,166	OMM (2012)

Fuente: IDEAM

Desde 1971 la temperatura mundial ha aumentado en un promedio de 0,166 °C por decenio según las estimaciones de la OMM, frente a la media de 0,06 °C por decenio calculada para el período completo de 1881 a 2010, tal como se muestra en la figura 3. La tasa de calentamiento para el periodo 1971-2011 de 0,166 °C por década, es similar al obtenido en la figura 1 para el periodo 1990-2015, que es de 0,1601 °C por década.

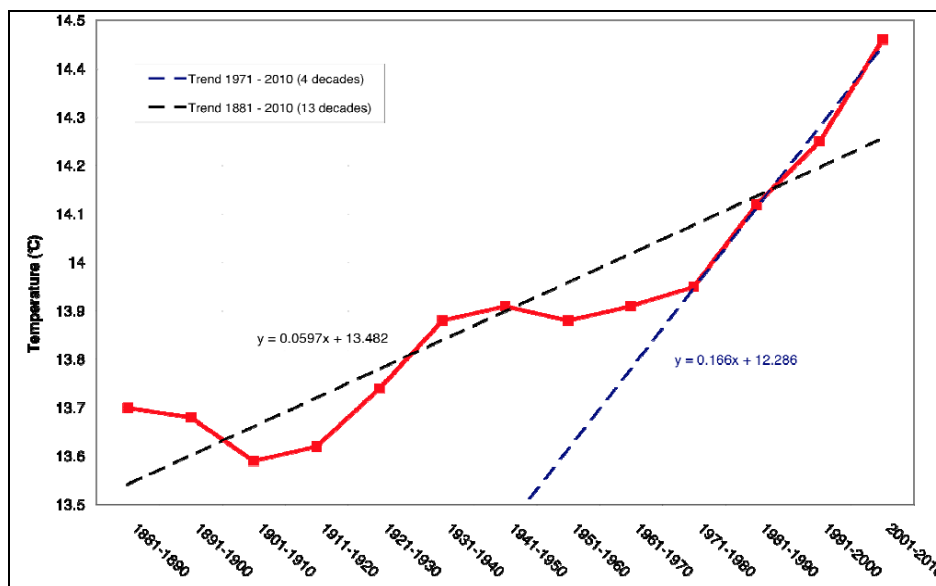


Figura 3. Tendencias de la temperatura para diferentes periodos. Fuente (OMM, 2012).

2.1.3 Décadas más calientes

Otra señal importante de cambios en el clima global, es que el decenio comprendido entre 2001 y 2010, ha sido considerado como el período más cálido jamás registrado para la superficie del suelo y del mar de todos los continentes, con una temperatura promedio de 14,47 °C (seis años de ese decenio están entre los diez más calidos jamás registrados), frente a los 14,26 °C en la década de 1991-2000 y 14,12 °C en la de 1981-1990, tal como se observa en la tabla 3 y la figura 4, según el Informe de la década 2001-2010 sobre el clima mundial de la OMM (OMM, 2012). En este informe se destaca, que en casi el 90% de los países que fueron objeto de la evaluación, el decenio 2001 - 2010, ha sido el más cálido jamás registrado.

Tabla 3. Las décadas más calientes desde 1850

Puesto	Década	Temperatura media global (°C)
1	2011-2020*	14,55
2	2001-2010	14,47
3	1991-2000	14,26
4	1981-1990	14,12
5	1971-1980	13,95
6	1941-1950	13,95
7	1961-1970	13,93
8	1951-1960	13,92
9	1931-1940	13,89
10	1921-1930	13,76

*Dato parcial y solo incluye el periodo 2011-2015

Fuente: IDEAM a partir de datos de la OMM (2013) y de Metoffice del Reino Unido

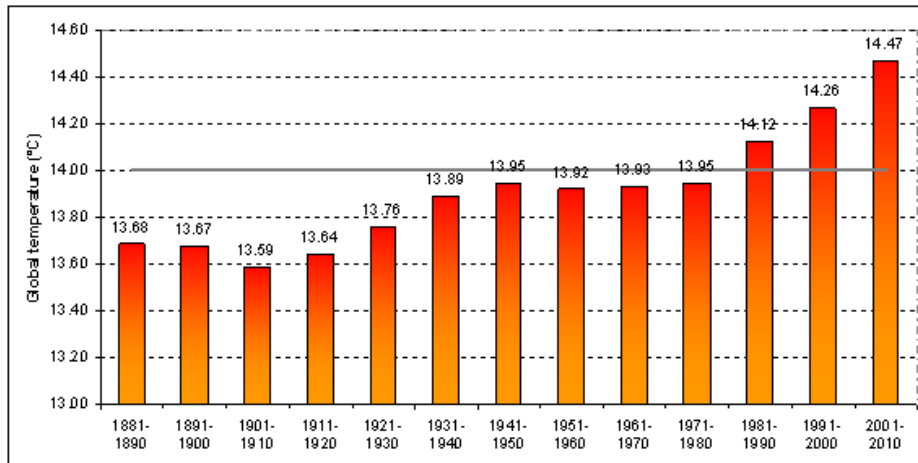


Figura 4. Temperatura media superficial global por década desde 1880. La línea horizontal gris indica el promedio del período de referencia 1961-1990 (14°C). Fuente: (OMM, 2013).

En la actual década, teniendo en cuenta hasta el momento el periodo 2011 – 2015, se presenta una temperatura promedio de 14,55 °C (tres años del presente decenio están entre los diez más calidos jamás registrados), que es mayor al de la década anterior, a pesar de iniciar el decenio con un fenómeno de La Niña fuerte. De acuerdo a las tasas de calentamiento de la tabla 2, es muy posible que el promedio de la temperatura media de toda la década esté cercano a los 14,65 °C.

2.2 Nivel nacional

Teniendo en cuenta la anterior información a escala global, se realizó un análisis similar en el país, para obtener información sobre cuales fueron los años y las décadas más calientes, así como para cada mes, cuales fueron los tres años mas calientes.

Lo anterior se realiza con base en la información de las 986 estaciones meteorológicas del IDEAM, que cuentan con sensor de temperatura superficial, de las cuales se escogieron 333 estaciones que tienen información superior al 80% de los años para el periodo comprendido entre 1971 a 2015, es decir más de 36 años en cada una de ellas. Las estaciones escogidas son representativas para todo el país y tienen la información más completa y actualizada de la red de estaciones del IDEAM para este parámetro.

2.2.1 Años más calientes

Para definir los años más calientes en el territorio nacional, inicialmente se calcularon todos los promedios mensuales de la temperatura media en las 333 estaciones seleccionadas, para el periodo comprendido entre enero de 1971 y diciembre de 2015. De acuerdo a lo anterior, para cada estación se obtuvieron los

promedios anuales de la temperatura media para todo el periodo y finalmente a partir de estos, se obtuvo un indicador asociado al promedio anual nacional de la temperatura media.

En la figura 5 se aprecia una tendencia creciente de la temperatura media nacional para el periodo 1980-2015. Se observa que en el país, el año más caliente fue el 2015, con un promedio de temperatura de 23,36 °C (ver tabla 4), seguido de 1998 con 22,92 °C, el 2014 con 22,83 °C, 1997 con 22,75°C y el 2002 con 22,65°C.

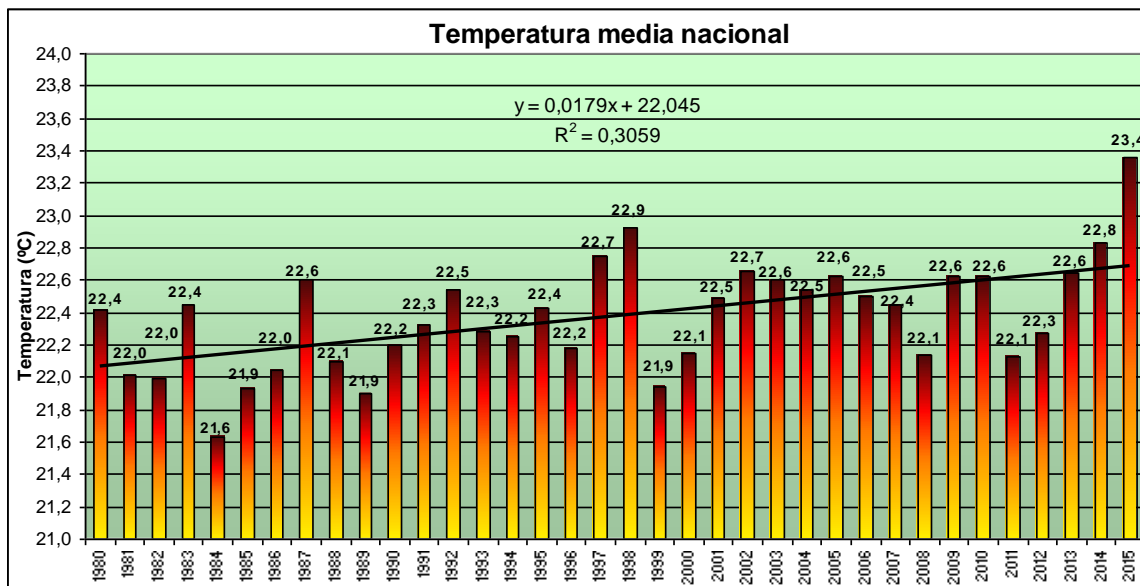


Figura 5. Temperatura media anual de Colombia en los últimos 36 años. Fuente: IDEAM.

La tendencia lineal de aumento de la temperatura media en el país, para el periodo 1980-2015, de 0,179°C por década, es mayor a la tasa lineal de calentamiento promedio de los últimos 50 años de 0,13°C por década, a nivel global (según el Cuarto informe del IPCC) y es ligeramente mayor a los 0,166°C por década para el periodo 1971-2011 (según la OMM, 2012), tal como se muestra en la tabla 5.

De acuerdo a la tabla 4, entre los 20 años más calientes en el país, figuran nueve que hacen parte del decenio 2001-2010 (el único año que está por fuera de esta lista es el 2008, con un promedio de temperatura de 22,14 °C). Por otro lado, del decenio 1991- 2000 aparecen 4 años en este listado y solo 2 para cada uno de los decenios 1971-1980 y el 1981-1990. Del decenio 2011-2020 aparecen tres años, los cuales se encuentran entre los primeros seis lugares con mayor promedio de temperatura.

Respecto a las anomalías de la temperatura media nacional que se presentan en la tabla 4, estas se obtuvieron con base al promedio de la temperatura media nacional para el período de referencia 1971-2000 (esto con el fin de medir el cambio climático a largo plazo). La temperatura media nacional durante ese período fue de

22,21 °C. Se observa que la anomalía de 1,157 °C en el año 2015, es más del doble que la anomalía que se presentó en el cuarto año más caliente en el país, que fue el año 1997 con un valor de 0,54 °C.

Tabla 4. Los 20 años más calientes en Colombia durante los últimos 45 años.

Puesto	Año	Temperatura media nacional (°C)	Anomalía de la temperatura media (°C)
1	2015	23,36	1,157
2	1998	22,92	0,719
3	2014	22,83	0,626
4	1997	22,75	0,540
5	2002	22,65	0,446
6	2013	22,65	0,443
7	2010	22,63	0,421
8	2005	22,62	0,419
9	2009	22,62	0,419
10	1987	22,60	0,397
11	2003	22,60	0,394
12	2004	22,54	0,337
13	1992	22,54	0,332
14	1972	22,54	0,330
15	2006	22,50	0,295
16	2001	22,49	0,285
17	2007	22,45	0,243
18	1983	22,45	0,240
19	1995	22,43	0,226
20	1973	22,43	0,221

Fuente: IDEAM

Tabla 5. Comparación de las Tasas lineales de calentamiento nacional y global

Promedios globales		
Periodo	Tendencia lineal durante el periodo (°C)	Fuente
1901-2000	0,6	IPCC (2007)
1906-2005	0,74	IPCC (2007)
Periodo	Tasa lineal de calentamiento por década (°C)	Fuente
1881-2010	0,06	OMM (2012)
Últimos 50 años	0,13	IPCC (2007)
1971-2011	0,166	OMM (2012)
Promedios nacionales		
Periodo	Tasa lineal de calentamiento por década (°C)	Fuente
1980-2015	0,179	Autor

Fuente: IDEAM

El comportamiento en la temperatura superficial promedio a nivel global y nacional, se ve influenciado principalmente en el valor de la tendencia (positivo en este caso) por el incremento en la concentración global de los GEI, mientras que las variaciones anuales, especialmente a nivel nacional, se relacionan con la ocurrencia o no de los fenómenos de El Niño y La Niña y de otros patrones meteorológicos.

En las figuras 6 y 7 se relaciona la temperatura media anual de Colombia y sus respectivas anomalías, con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o con un año normal (barras amarillas), para el periodo comprendido entre 1980 y el 2015. Las barras con color degradado son los años con transición así: de rojo a azul de Niño a Niña, de azul a amarillo de Niña a normal (o viceversa) y de rojo a amarillo de Niño a normal (o viceversa). En los recuadros aparece **el valor más alto del ONI** para cada año, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño o La Niña. El ONI (Índice del Niño Oceánico, por sus siglas en inglés) que es uno de los indicadores más utilizados para hacerle seguimiento a este fenómeno, fue desarrollado por la National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA y se calcula a partir de mediciones de la temperatura superficial del mar en el sector central del Pacífico tropical, frente a las costas de Suramérica.

En estas figuras se aprecia que el comportamiento de la temperatura media en el país, está muy relacionada con la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña. Es así que cuando ocurren fenómenos El Niño fuertes, se presentan notables incrementos en la temperatura media anual en el país, con respecto al año anterior. De los diez años más calientes relacionados en la tabla 4, nueve estuvieron bajo la influencia de EL Niño.

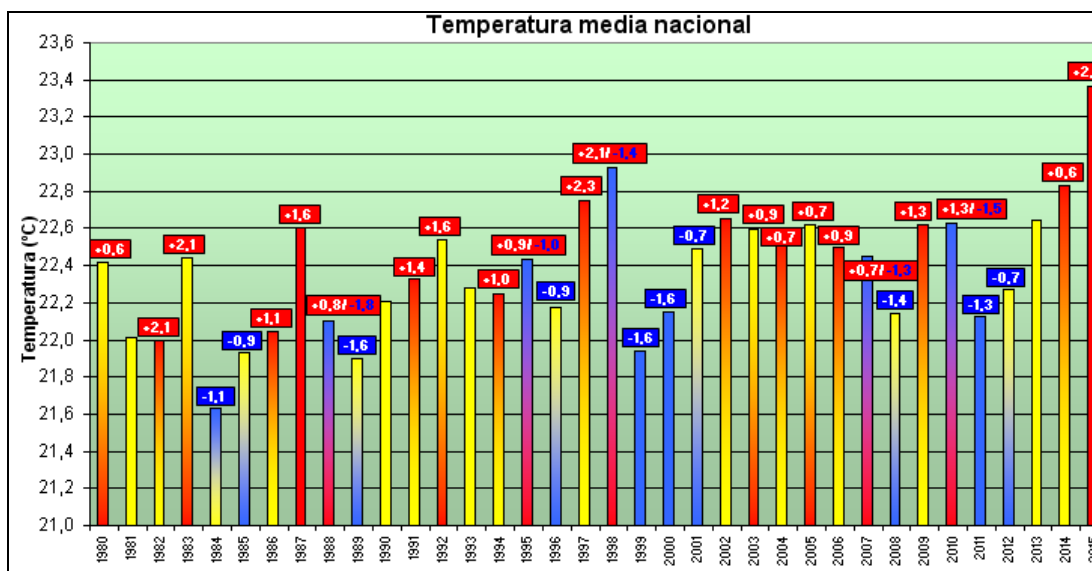


Figura 6. Temperatura media anual de Colombia, relacionada con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o un año normal (barras amarillas). En los cuadros aparece el valor del ONI más alto del fenómeno (Niña o Niño) ocurrido en cada año (negativo o positivo según el caso). Fuente: IDEAM.

Contrario a lo que ocurre con El Niño, cuando se presentan fenómenos de La Niña, las temperaturas medias en el país disminuyen también en forma notoria con respecto al año anterior. Los años más fríos en el país, durante el periodo 1995 a 2015, estuvieron bajo la influencia de La Niña (1996, 1999, 2000, 2008 y 2011).

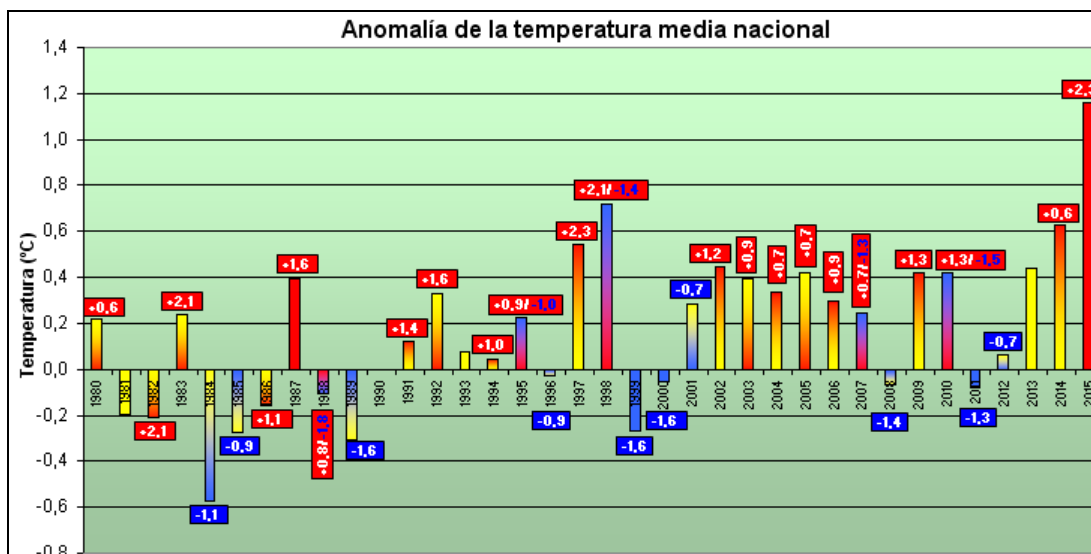


Figura 7. Anomalía de la temperatura media anual de Colombia, relacionada con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o un año normal (barras amarillas). En los cuadros aparece el valor del ONI más alto del fenómeno (Niña o Niño) ocurrido en cada año (negativo o positivo según el caso). Fuente: IDEAM.

Como se observa en la figura 7, la mayoría de los años que presentan anomalías positivas, han estado bajo la influencia del fenómeno de El Niño, siendo el año 2015 y 1998 los de mayor anomalía positiva e igualmente con altos valores del ONI durante la ocurrencia del fenómeno (+2,3 y +2,1, respectivamente). Así mismo observamos que la mayoría de los años con anomalías negativas han estado bajo la influencia del fenómeno de La Niña, encontrando que los años 1984, 1989 y 1999 presentan las mayores anomalías negativas con altos valores negativos del ONI.

2.2.2 Décadas más calientes

Para definir las temperaturas medias de cada década, se promediaron las temperaturas medias del país de los años correspondientes a cada una, desde el año 1971 al 2015. Estos promedios decadales se presentan en la tabla 6.

Se observa que se presenta un incremento progresivo en el promedio de la temperatura media de cada década desde la de 1971-1980, excepto por la de 1981-1990, en la cual, se presenta una leve disminución con respecto a la década anterior, ya que en esta se presentaron dos eventos de La Niña, incluido el más fuerte en los últimos 40 años, que fue el que ocurrió entre 1988 y 1989. La década 1991–2000 (caracterizada por la ocurrencia de varios fenómenos de El Niño, incluido uno de los más fuertes de los últimos 50 años, que fue el de 1997-1998, ver figuras 6 y 7) fue la que presentó un mayor aumento con respecto a la década anterior, ya que tuvo un incremento de 0,29°C con respecto a la década 1981–1990.

Tabla 6. Promedio de la temperatura media nacional para los decenios desde 1971

Decenios	Promedio de la temperatura (°C)
1971 – 1980	22,15
1981 – 1990	22,09
1991 – 2000	22,38
2001 – 2010	22,52
2011 – 2020*	22,65

*Dato parcial y solo incluye el periodo 2011-2015. Fuente: IDEAM

El incremento en el promedio de la temperatura media entre la década 1971-1980 hasta la 2001-2010, fue de 0,37 °C de acuerdo a la Tabla 6.

2.2.3 Años más calientes para cada mes

Utilizando la información de las 333 estaciones analizadas, se determinó para cada mes del año, cuales fueron los tres años con mayor promedio en la temperatura superficial a nivel nacional. Los resultados se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Los tres años más calientes para los diferentes meses del año

Años más calientes para cada mes (temperatura en °C)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998 (23,78)	2010 (23,82)	2010 (23,65)	1998 (23,42)	2015 (23,28)	2015 (23,19)	2015 (23,51)	2015 (23,69)	2015 (24,20)	2015 (23,52)	2015 (23,16)	2015 (24,04)
2010 (23,30)	1998 (23,78)	1998 (23,62)	2014 (23,15)	1998 (23,08)	2014 (22,96)	2014 (23,28)	1997 (23,30)	2009 (23,32)	1997 (23,03)	2009 (22,78)	1997 (23,22)
1973 (23,29)	1973 (23,56)	1973 (23,53)	2010 (23,13)	2010 (23,03)	1998 (22,75)	1972 (23,05)	2004 (22,69)	1997 (23,04)	2009 (22,83)	1972 (22,69)	2009 (22,90)

Fuente: IDEAM

Para los primeros cuatro meses, los años más calientes fueron el 1998 y el 2010, mientras que para el resto de los meses el año más caliente fue el 2015. Recordemos que en los años 1998 y 2015 se han presentado los fenómenos El Niño más fuertes de los últimos 60 años, con los valores más altos del ONI, del orden de 2,3 en ambos casos.

En la tabla 7 se observan otros años entre los más calientes para cada mes, como son: 2014, 2009, 2004, 1997, 1973 y 1972.

De acuerdo a la tabla 7, el mes más caliente en el país desde 1971, ha sido septiembre de 2015 con un promedio en la temperatura media nacional de 24,20°C.

3. INDICADORES ASOCIADOS A LA PRECIPITACIÓN

Otro indicador importante que manifiesta el cambio climático a nivel mundial, es el cambio en los patrones de la precipitación en zonas terrestres, sin incluir las precipitaciones en los océanos. Estos cambios, al igual que la temperatura media superficial global, no se han producido de manera homogénea en todo el mundo, sino que han variado según las diferentes regiones. En la precipitación estos cambios son mucho más evidentes y diferenciados.

3.1 Nivel Global

3.1.1 Años más y menos lluviosos

De acuerdo con el NCDC (Centro Nacional de Datos Climáticos) de los Estados Unidos, la precipitación media de la superficie terrestre a nivel global en el año 2011, fue la segunda más alta registrada, con un valor de 46 mm por encima del promedio del periodo de referencia (1961-1990), cuyo valor es de 1033 mm y situándose sólo por detrás de 2010, con un valor de 52 mm por encima del promedio, tal como se muestra en la figura 8 y la tabla 8. El año con el tercer valor de precipitación más alto fue el 2000, con una anomalía de 44 mm. En este año se presentó el fenómeno de La Niña más fuerte en los últimos 25 años con un ONI de -1,6.

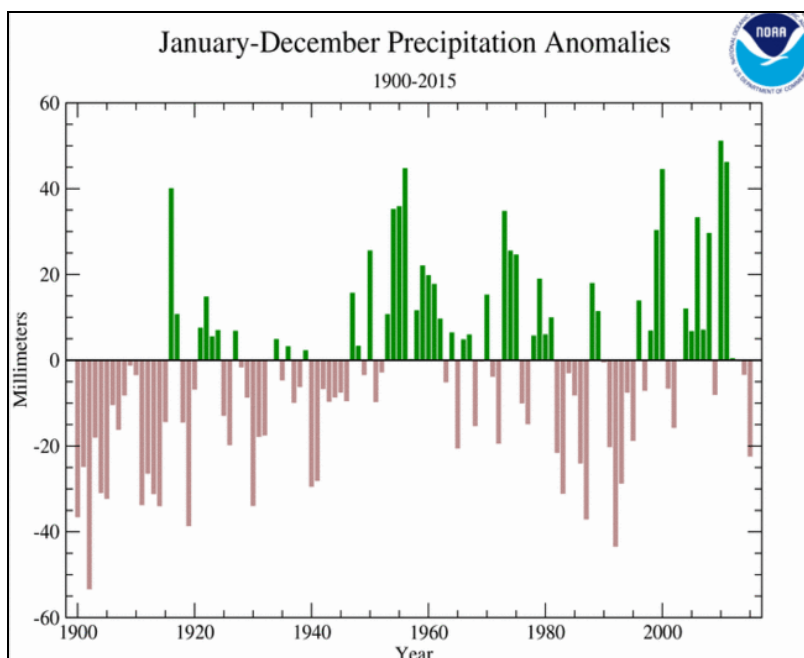


Figura 8. Anomalías de la precipitación anual global para las zonas terrestres, durante el periodo 1900 a 2015 con respecto al promedio 1961-1990. Fuente NOAA (2015).

Tabla 8. Los 10 años con mayor precipitación media a nivel global desde 1900

Puesto	Año	Precipitación media global (mm)
1	2010	1085
2	2011	1079
3	2000	1077
4	1956	1077
5	1916	1073
6	1955	1069
7	1954	1068
8	1973	1067
9	2006	1066
10	1999	1063

Fuente: IDEAM a partir de NOAA (2015)

Tabla 9. Los 10 años con menor precipitación media a nivel global desde 1900

Puesto	Año	Precipitación media global (mm)
1	1902	980
2	1992	990
3	1919	995
4	1987	996
5	1914	1000
6	1930	1001
7	1911	1001
8	1913	1002
9	1983	1002
10	1905	1003

Fuente: IDEAM a partir de NOAA (2015)

Durante el año 2015, la precipitación media anual de la superficie terrestre a nivel global, estuvo 22,5 mm por debajo de la media (1961-1990), equivalente a un valor de 1010,5 mm, estando alejado de los diez años con menor precipitación media global y ubicándose aproximadamente en el puesto 15. De acuerdo a la tabla 9, los años con menor precipitación fueron: 1902, 1992 y 1919.

3.1.2 Décadas más y menos lluviosas

En la figura 9 y la tabla 10, el decenio 2001-2010 fue el segundo con mayor cantidad de precipitaciones medias a nivel global (lluvia, nieve, etc) para las zonas terrestres desde 1901, siendo las inundaciones el fenómeno extremo con mayor frecuencia. **El decenio con mayor cantidad de precipitaciones fue el de 1951-1960, seguido por el 2001-2010 y el 1971-1980.**

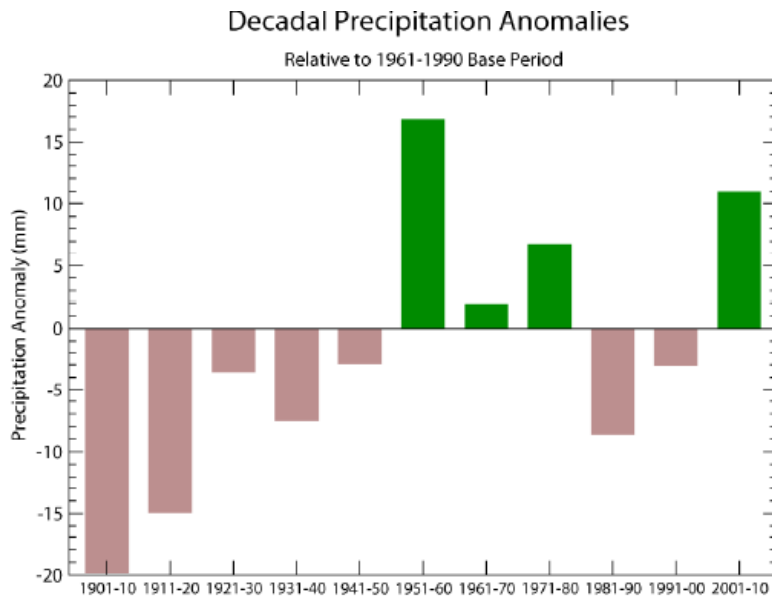


Figura 9. Anomalías de la precipitación decadal global para las zonas terrestres, durante el periodo 1900 a 2010. Fuente OMM (2012).

Tabla 10. Décadas con mayor y menor precipitación media a nivel global desde 1900

Décadas con mayor precipitación desde 1900		
Puesto	Década	Precipitación media global (mm)
1	1951-1960	1050
2	2001-2010	1044
3	1971-1980	1040
4	1961-1970	1035
Décadas con menor precipitación desde 1900		
Puesto	Década	Precipitación media global (mm)
1	1901-1910	1013
2	1911-1920	1018
3	1981-1990	1024
4	1931-1940	1025,5

Fuente: IDEAM a partir de datos de la OMM (2012)

Respecto a las décadas con los promedios de la precipitación media global más bajos, estas se presentaron principalmente en la primera mitad del siglo XX, siendo el decenio 1901-1910, el periodo con la menor cantidad de precipitaciones, seguido por el 1911-1920 y el 1981-1990.

En la actual década, teniendo en cuenta hasta el momento el periodo 2011 – 2015, se presenta un promedio en la precipitación media global de 1037,5 mm, lo cual la ubicaría preliminarmente, como la cuarta década con mayor precipitación desde 1900.

3.2 Nivel nacional

Después de revisar la información de los indicadores asociados a la precipitación a escala global, a continuación se presentará un análisis similar en el país, para saber cuales fueron los años y las décadas más lluviosas y más secas, durante el periodo comprendido entre enero de 1971 y diciembre de 2015, así mismo para cada mes, cuales fueron los tres años más lluviosos y más secos.

Lo anterior se realiza teniendo como base la información de las 4674 estaciones meteorológicas del IDEAM, que cuentan con sensor de precipitación en superficie, de las cuales se escogieron 1474 estaciones que tienen información superior al 80% de los años para el periodo comprendido entre 1971 a 2015, es decir más de 36 años en cada una de ellas. Las estaciones escogidas son representativas para todo el país y tienen la información más completa y actualizada de la red de estaciones del IDEAM para este parámetro.

3.2.1 Años más lluviosos y más secos

Para obtener el indicador asociado a la precipitación media anual a nivel nacional, se tomo como base el dato del acumulado mensual de la precipitación para los meses del periodo comprendido entre enero de 1971 y diciembre de 2015, de cada una de las 1474 estaciones seleccionadas. Con esta información se obtuvo el promedio anual de la precipitación en cada estación para todo el periodo y se calculó el promedio de todas las estaciones tenidas en cuenta para cada año, como indicador de precipitación media anual a nivel nacional, similar a como lo realiza el NCDC (Centro Nacional de Datos Climáticos) de los Estados Unidos para obtener la precipitación media de la superficie terrestre a nivel global.

En la figura 10 se relaciona la precipitación media anual de Colombia, con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o con un año normal (barras amarillas), para el periodo comprendido entre 1980 y el 2015. Se observa que cuando se presentan años bajo la influencia del fenómeno de La Niña, el indicador de precipitación nacional tiende a ser alto y ocurre lo contrario cuando los años están bajo la influencia del fenómeno de El Niño.

Respecto a los años más lluviosos en el país durante los últimos 45 años (periodo 1971-2015), en la tabla 11 se observa que el 2011 ocupa el primer lugar, seguido de los años 2010, 1999, 1971 y 2008. Los dos primeros años con más altas precipitaciones en el país, coinciden con los que se presentaron a nivel global, tal como se muestra en la tabla 8.

Para el periodo analizado 1980-2015 se tiene una tasa lineal de aumento de la precipitación en el país de 3,72 milímetros por década, consistente con el actual incremento de la temperatura superficial a nivel global que puede estar

generando un aumento de la humedad en la atmósfera y por ende un incremento de las precipitaciones.

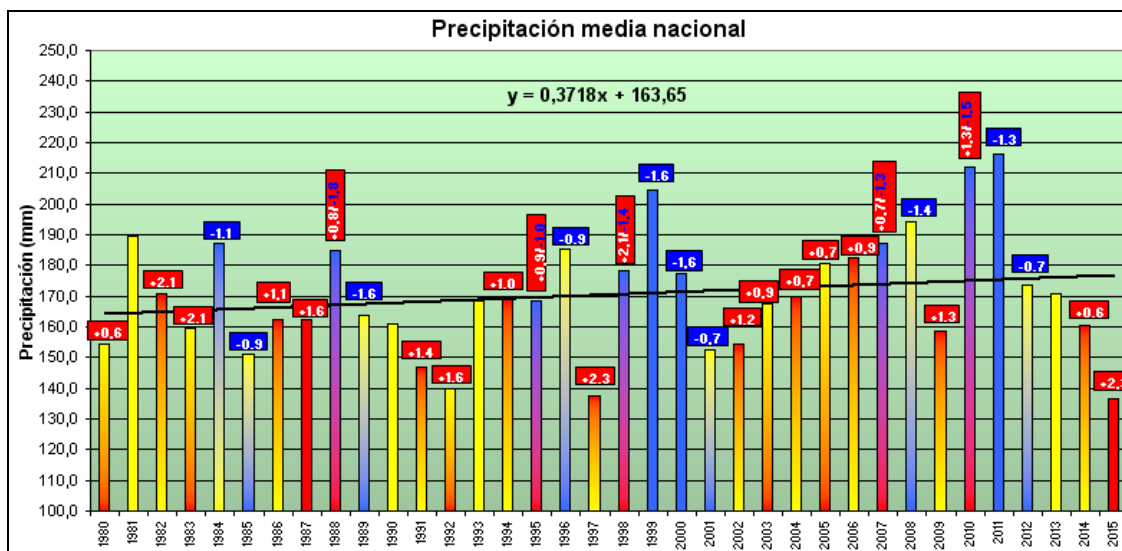


Figura 10. Precipitación media anual de Colombia, relacionada con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o un año normal (barras amarillas). En los cuadros aparece el valor del ONI más alto del fenómeno (Niña o Niño) ocurrido en cada año (negativo o positivo según el caso). Fuente: IDEAM.

De los 15 años más lluviosos en el país, para el periodo 1971-2015, 12 estuvieron bajo la influencia del fenómeno de La Niña, tal como se observa en la tabla 11, los cuales se encuentran resaltados en color azul.

Tabla 11. Los 15 años más lluviosos en Colombia durante los últimos 45 años.

Puesto	Año	Indicador de precipitación media nacional (mm)	Anomalía de la precipitación (mm)
1	2011	216,1	47,0
2	2010	212,1	43,0
3	1999	204,7	35,6
4	1971	197,5	28,4
5	2008	194,4	25,3
6	1975	189,7	20,6
7	1981	189,4	20,3
8	2007	187,3	18,2
9	1984	187,2	18,1
10	1996	185,3	16,2
11	1988	184,6	15,5
12	2006	182,4	13,3
13	2005	180,5	11,4
14	1974	178,9	9,8
15	1998	178,1	9,0

Nota: Los años sombreados en azul estuvieron bajo la influencia del fenómeno de La Niña.

Fuente: IDEAM

Igualmente, para el periodo comprendido entre 1971 y 2015, los años con menores precipitaciones en el país durante estos últimos 45 años fueron: 2015, 1997, 1992, 1991 y 1985, tal como se observa en la tabla 12. A nivel global los años con menores precipitaciones fueron: 1992, 1987, 1983, 1993 y 1986, tal como se observa en la figura No. 8.

Entre los 15 años con menores precipitaciones en el país, durante el periodo 1971-2015, los cuatro primeros años estuvieron bajo la influencia del fenómeno de El Niño, al igual que los ocho restantes que se encuentran resaltados en color rojo, para un total de 12 años, tal como se observa en la tabla 12,

Tabla 12. Los 15 años más secos en Colombia durante los últimos 42 años.

Puesto	Año	Indicador de precipitación media nacional (mm)	Anomalía de la precipitación (mm)
1	2015	136,4	-32,7
2	1997	137,4	-31,7
3	1992	139,8	-29,3
4	1991	147,0	-22,1
5	1985	151,1	-18,0
6	1976	151,5	-17,6
7	2001	152,7	-16,4
8	1977	154,1	-15,0
9	2002	154,3	-14,8
10	1980	154,6	-14,5
11	2009	158,8	-10,3
12	1983	159,4	-9,7
13	2014	160,6	-8,5
14	1990	160,8	-8,3
15	1972	161,1	-8,0

Nota: Los años sombreados en rojo estuvieron bajo la influencia del fenómeno de El Niño.

Fuente: IDEAM

En la figura 11 se relacionan las anomalías de la precipitación media anual de Colombia, con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o con un año normal (barras amarillas). Se debe tener en cuenta que estas anomalías se obtuvieron con base al promedio de la precipitación media nacional para el período de referencia 1971-2000, el cual fue de 169,1 mm, En la gráfica se observa que para el periodo comprendido entre 1980 y el 2015, los años con mayores anomalías positivas están asociados a la ocurrencia del fenómeno de La Niña (parte superior de la gráfica) y los años con mayores anomalías negativas están asociados a la ocurrencia del fenómeno El Niño (parte inferior de la gráfica). Los años con mayores anomalías positivas y negativas se relacionan en las tablas 11 y 12.

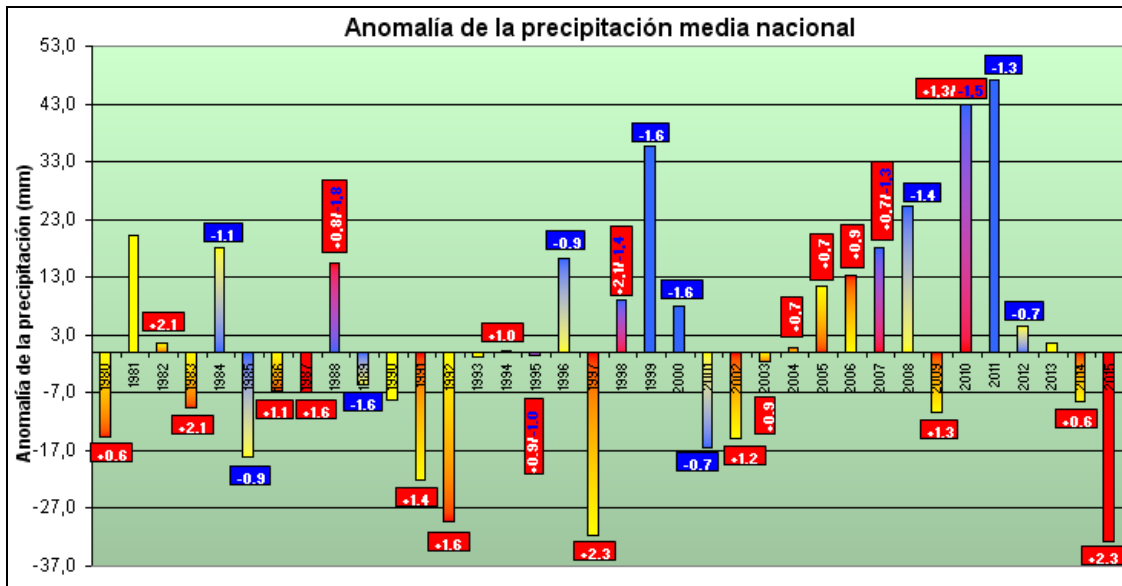


Figura 11. Anomalia de la precipitación media anual de Colombia, relacionada con la ocurrencia de El Niño (barras rojas), La Niña (barras azules) o un año normal (barras amarillas). En los cuadros aparece el valor del ONI más alto del fenómeno (Niña o Niño) ocurrido en cada año (negativo o positivo según el caso). Fuente: IDEAM.

3.2.2 Décadas más lluviosas y más secas

Para definir la precipitación nacional para cada década, se promediaron los datos de precipitación media del país de los años correspondientes a cada década desde el año 1971 al 2015. Los resultados se presentan en la tabla 13.

Tabla 13. Precipitación media nacional para los decenios desde 1961 hasta el 2010

Decenios	Precipitación media nacional por década (mm)
1971 – 1980	170,6
1981 – 1990	169,1
1991 – 2000	167,6
2001 – 2010	176,0
2011 – 2020*	171,5

*Dato parcial y solo incluye el periodo 2011-2015. Fuente: IDEAM

La década que presenta mayor promedio en la precipitación media es la comprendida entre los años 2001-2010, con un valor de 176 mm (en la cual se presentaron tres eventos Niña), mientras que la década que presenta menor promedio de precipitación es la comprendida entre los años 1991–2000 (caracterizada por la ocurrencia de varios fenómenos de El Niño, incluido uno de los más fuertes de los últimos 50 años, que fue el de 1997-1998), con un valor de 167,6 mm por década.

En la actual década 2011-2020, incluyendo solo el periodo 2011-2015, se presenta hasta el momento como la segunda más lluviosa con un promedio de 171,5 mm por década.

3.2.3 Años más y menos lluviosos para cada mes

Con el análisis de la información de la precipitación acumulada mensual de las 1474 estaciones, se calculó la precipitación media nacional para cada mes, en los últimos 45 años y se determinó cuales fueron los tres años con mayores y menores lluvias en cada mes. Los resultados se presentan en las tablas 14 y 15.

En la tabla 14 se observa que el año 2010 fue el más lluvioso en el país en los meses de junio, julio, noviembre y diciembre; 1999 fue el año más lluvioso en febrero y septiembre, el segundo más lluvioso en junio y el tercero más lluvioso en enero; el 2011 fue el más lluvioso en abril y el segundo año más lluvioso en noviembre y diciembre y por último, el año 1971 fue el más lluvioso en enero y marzo y el segundo más lluvioso en mayo.

Tabla 14. Los tres años más lluviosos para los diferentes meses del año

Años más lluviosos para cada mes (Precipitación media mensual en mm)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1971 (170,6)	1999 (202,5)	1971 (228,5)	2011 (315,2)	1981 (329,4)	2010 (234,5)	2010 (278,3)	1988 (258,9)	1999 (263,1)	2007 (317,8)	2010 (342,0)	2010 (227,0)
1972 (141,7)	1984 (155,2)	2006 (198,7)	2012 (276,8)	1971 (294,6)	1999 (231,0)	1995 (211,7)	2007 (234,6)	1974 (253,6)	1986 (307,0)	2011 (311,2)	2011 (222,9)
1999 (139,5)	2000 (143,3)	2009 (188,7)	1981 (276,0)	2013 (283,0)	1988 (227,0)	1975 (211,5)	2008 (229,6)	1973 (248,5)	1987 (296,2)	2008 (291,6)	1975 (199,0)

Fuente: IDEAM

De acuerdo a la tabla 14, los tres meses más lluviosos en el país en los últimos 45 años han sido: noviembre de 2010 con una precipitación media mensual de 342,0 mm, mayo de 1981 con un valor de 329,4 mm y octubre de 2007 con 317,8 mm.

Respecto a la tabla 15, se observa que 1997 fue el año menos lluvioso en julio, agosto y diciembre, el segundo menos lluvioso en mayo y el tercero menos lluvioso en octubre; 2015 fue el menos lluvioso en mayo y el segundo menos lluvioso en junio, septiembre y diciembre; 1992 fue el menos lluvioso en octubre y el segundo menos lluvioso en marzo y por último, 2001 fue el menos lluvioso en abril y el segundo menos lluvioso en agosto.

Finalmente, en la tabla 15 se observa que los tres meses menos lluviosos en el país en los últimos 45 años han sido: febrero de 1973 con una precipitación media mensual de 30,8 mm, enero de 2010 con un valor de 34,2 mm y febrero de 2007 con 38,5 mm.

Tabla 15. Los tres años menos lluviosos para los diferentes meses del año

Años menos lluviosos para cada mes (Precipitación media mensual en mm)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2010 (34,2)	1973 (30,8)	1988 (60,8)	2001 (123,8)	2015 (166,1)	1987 (132,2)	1997 (114,0)	1997 (99,3)	2009 (127,2)	1992 (157,6)	2002 (143,8)	1997 (48,6)
1977 (39,4)	2007 (38,5)	1992 (70,6)	1989 (131,0)	1997 (182,4)	2015 (133,2)	1972 (116,1)	2001 (121,6)	2015 (131,7)	1991 (169,3)	1983 (152,6)	2015 (57,0)
1998 (40,0)	1985 (44,6)	1980 (73,5)	1975 (139,2)	2009 (184,6)	1982 (138,7)	2014 (123,0)	1982 (123,1)	2012 (142,2)	1997 (169,7)	1976 (152,8)	1974 (73,1)

Fuente: IDEAM

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC. Intergovernmental Panel On Climate Change. *Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007.

IPCC(a). Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático. *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de política*. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe, 2013.

IPCC(b). Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático. *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de política, Resumen técnico y Preguntas Frecuentes*. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe, 2013.

NOAA - National Climatic Data Center. *State of the Climate Global Analysis Annual 2011, National Oceanic and Atmospheric Administration*. Ubicación en internet: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2011/13>

NOAA National Climatic Data Center, *State of the Climate: Global Analysis for Annual 2011, published online December 2011*, retrieved on November 9, 2012 from <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2011/13>.

NOAA - National Centers for Environmental Information: *Global Analysis - Annual 2015*, Ubicación en Internet: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513#gtemp>

OMM, Organización Meteorológica Mundial. *Declaración de la Organización Meteorológica Mundial: Resumen decenal sobre el estado del clima mundial, conclusiones preliminares, marzo de 2012*. Ubicación en Internet: https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_943_es.html

OMM, Organización Meteorológica Mundial. *WMO Statement on the status of the global climate in 2011*, marzo de 2012b.

OMM, Organización Meteorológica Mundial. *2001-2010, A Decade of Climate Extremes. Press Release No.976*, 3 de julio de 2013. Ginebra, Suiza. Ubicación en Internet: https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_976_en.html

OMM, Organización Meteorológica Mundial. *2015 is hottest year on record. Press Release No.2*, 25 de enero de 2016. Ginebra, Suiza. Ubicación en Internet: <https://www.wmo.int/media/content/2015-hottest-year-record>

Página Web de la Oficina meteorológica del Reino Unido. Ubicación en Internet: <http://www.metoffice.gov.uk/research/monitoring/climate/surface-temperature>