

550

Abril de 2023
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Respuesta climática a eventos ENOS La Niña entre 1998 y 2022, en la Zona Cafetera

El análisis de los cambios en las variables meteorológicas a través del tiempo representa una tarea importante para entender el clima. Teniendo como base histórica al menos 30 años de información por sitio, pueden relacionarse condiciones presentes y futuras y su nivel de variación. La Organización Meteorológica Mundial define las normales climatológicas como los valores promedio o medias calculadas para un período uniforme, que comprende por lo menos tres períodos consecutivos de diez años (Organización Meteorológica Mundial, 2017), y son usadas como referencia para comparar observaciones y estimar **anomalías o diferencias** de variables como la precipitación, la temperatura y el brillo solar.

El término anomalía se refiere a la diferencia de una medida respecto a un período base promedio, en este caso, una normal climática de 30 años entre 1990 y 2019.

Avances Técnicos
Cenicafé





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Juan Carlos García López

Investigador Científico II

<https://orcid.org/0000-0003-4861-9649>

Carolina Ramírez Carabalí

Investigador Científico I

<https://orcid.org/0000-0001-8300-2623>

Ninibeth Gibelli Sarmiento Herrera

Asistente de Investigación

<https://orcid.org/0000-0002-7912-5708>

Disciplina de Agroclimatología
Centro Nacional de Investigaciones
de Café, Cenicafé
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0550>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8500707
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

En el caso de la temperatura y brillo solar, las anomalías son una medida de la intensificación de una condición cálida con mayor radiación o una condición fría acompañada de mayor nubosidad, respecto a condiciones normales. La anomalía de la precipitación acumulada y del número de días con lluvia permite identificar períodos con precipitaciones extremas o sequías, que según su magnitud pueden afectar a sectores como el agropecuario, de transporte, la industria y el energético, entre otros (Departamento Nacional de Planeación & Banco Interamericano de Desarrollo, 2014).

El seguimiento de las anomalías a nivel regional es importante para comprender la variabilidad de un año a otro y los cambios a largo plazo causados por fenómenos climáticos.

En la historia reciente, el evento extremo asociado a la fase fría de El Niño Oscilación Sur (ENOS), conocido como La Niña, se relaciona con las condiciones climáticas de la región cafetera colombiana. **Como respuesta ambiental típica de los eventos La Niña, se identifican el aumento de la lluvia, la disminución del brillo solar y disminución de la temperatura** (Jaramillo-Robledo & Arcila-Pulgarín, 2009), de tal manera que se condiciona la respuesta del cultivo, ya que el crecimiento y desarrollo se desacelera, se alteran los patrones de floración y se favorece un ambiente húmedo que permite el desarrollo de patógenos, entre otros (Gaitán et al., 2016).

Técnicamente, La Niña es caracterizada por el Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés) (Huang et al., 2017), cuando la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) de la región Niño 3.4 del Océano Pacífico Tropical (entre 120° y 170° Oeste y entre 5° Latitud Norte y 5° Latitud Sur) persiste durante un mínimo de cinco trimestres continuos, con valores negativos menores o iguales a -0,5°C (Tabla 1).

A través de los últimos años se han presentado cuatro eventos La Niña, entre débiles, moderados y fuertes (Figura 1). Sus efectos se relacionan con daños en infraestructura, vías y, en especial, para el sector cafetero con pérdida del potencial de producción de los cultivos. Este Avance Técnico muestra la magnitud de las variaciones de las variables meteorológicas de algunos años La Niña con respecto al promedio histórico y presenta las anomalías anuales de las principales variables meteorológicas: cantidad y número de días con lluvia, temperaturas máximas y mínimas, y brillo solar, en ocho estaciones principales de la red meteorológica cafetera (Figura 2). El análisis de las variaciones se realizó considerando grupos de dos años en los que se presentó mayoritariamente la condición La Niña así: 1998-1999, 2007-2008, 2010-2011 y 2021-2022; los primeros tres grupos, considerados de intensidad fuerte, y el último grupo categorizado como moderado.

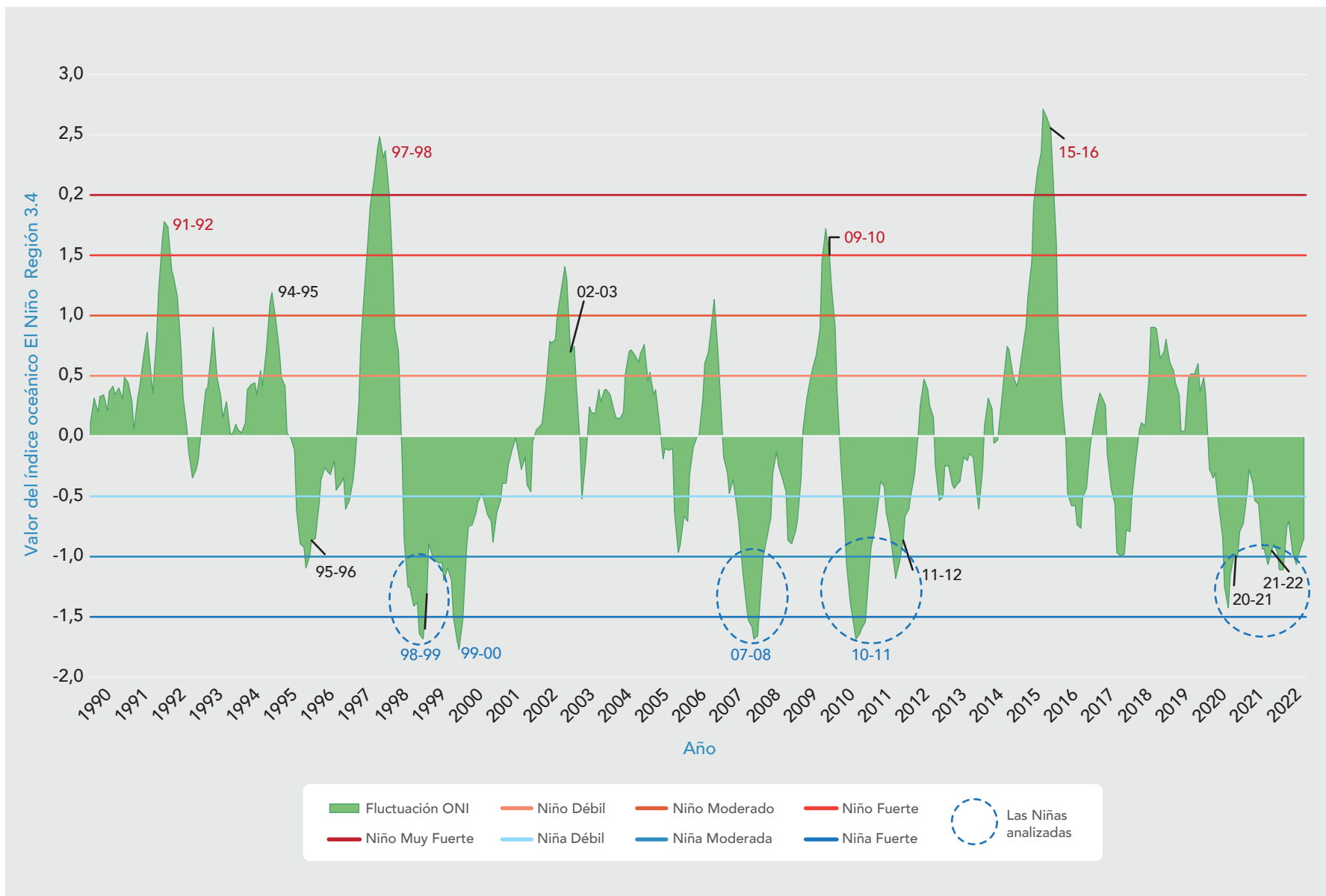


Figura 1. Progreso anual de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar y categorización de su intensidad así: Débil entre $-0,5$ y $-1,0^{\circ}\text{C}$ o $0,5$ a $1,0^{\circ}\text{C}$; moderado entre $-1,0$ y $-1,5^{\circ}\text{C}$ o $1,0$ a $1,5^{\circ}\text{C}$; fuerte entre $-1,5$ y $-2,0^{\circ}\text{C}$ o $1,5$ a $2,0^{\circ}\text{C}$ y muy fuerte mayor a $2,0^{\circ}\text{C}$. Valores negativos para ENOS La Niña y positivos para ENOS El Niño. Entre $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de anomalía la condición es ENOS Neutral. Los números en color rojo indican eventos fuertes El Niño, en color negro eventos moderados y en color azul, eventos fuertes La Niña. Adaptada de: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>

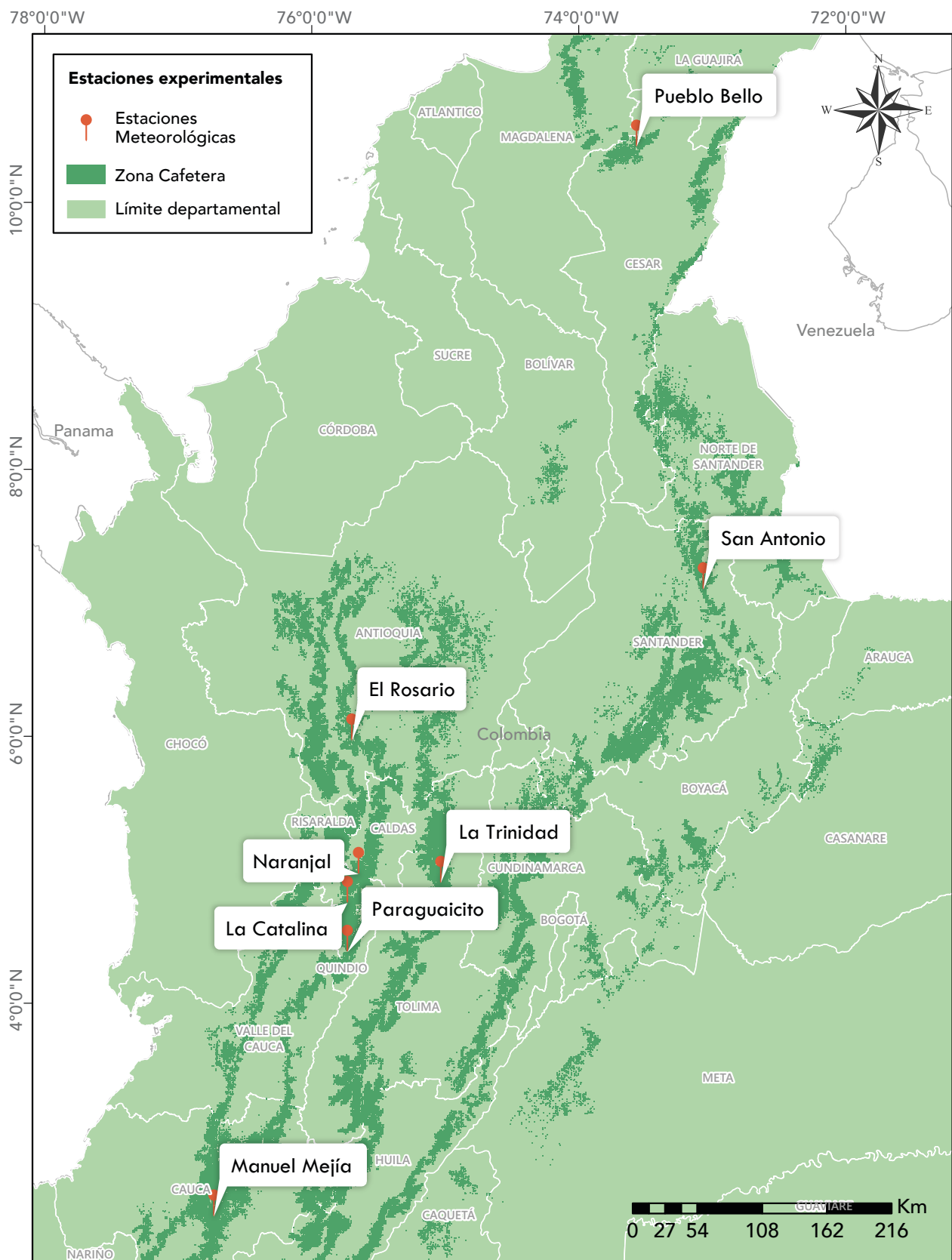


Figura 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio.

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar

La Tabla 1 muestra los valores de ONI (anomalías de la TSM en la región Niño 3.4) por trimestre, en los grupos de años analizados. Estos eventos fríos regularmente empezaron en el trimestre junio-julio-agosto, alcanzaron su madurez entre noviembre del primer año y febrero del segundo, y se debilitaron hacia el trimestre marzo-abril-mayo del segundo año. Los mayores desvíos de la TSM, por debajo de $-1,0^{\circ}\text{C}$, se observaron entre octubre y febrero, con excepción del período 2021-2022.

De acuerdo con la información obtenida en la red climática, las Tablas 2 a la 6 muestran los valores de anomalía anual de precipitación, días con lluvias, temperatura mínima, temperatura máxima y brillo solar, respecto a una normal climatológica (1990-2019).

Lluvia acumulada. El análisis de la lluvia acumulada muestra de manera consistente que, el segundo año de todos los grupos presenta las mayores anomalías (Tabla 2), que en algunos casos representan valores con cantidades de lluvia 30% superiores a las condiciones normales, con mayor prevalencia en El Rosario (Antioquia) y Manuel Mejía (Cauca). En el último año (2022), las variaciones positivas en lluvia fueron similares a los pasados eventos La Niña, incluso de intensidades débiles, con excepción de La Trinidad (Tolima) en la que el valor de desvío corresponde al mayor de la serie analizada desde 1973, pero estadísticamente igual a 1984 (Figura 3).

El año 2011 corresponde al de mayor cambio en lluvia en las ocho estaciones analizadas. Aunque el evento frío de ENOS es de carácter interanual y cíclico, puede observarse que la respuesta es diferente en magnitud por año en cada sitio.

Tabla 1. Períodos La Niña (azul) y El Niño (rojo) basados en un umbral de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para el ONI, promedio de tres meses continuos según el modelo ERSST.v5 de anomalías de la TSM en la región de El Niño 3.4. Fuente: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

Año	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
1998	2,2	1,9	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,8	-1,1	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6
1999	-1,5	-1,3	-1,1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,7
2007	0,7	0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8	-1,1	-1,3	-1,5	-1,6
2008	-1,6	-1,5	-1,3	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,4	-0,6	-0,7
2010	1,5	1,2	0,8	0,4	-0,2	-0,7	-1,0	-1,3	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6
2011	-1,4	-1,2	-0,9	-0,7	-0,6	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8	-1,0	-1,1	-1,0
2021	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1,0	-1,0
2022	-1,0	-0,9	-1,0	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,9	-1,0	-1,0	-0,9	-0,8

El cultivo de café requiere cantidades de lluvia anual de 1.500 mm, por lo que la mayor parte de las estaciones lo superan de acuerdo con la climatología. En cuanto a la temperatura media, el rango óptimo se encuentra entre 17 y 23°C, y para brillo solar, entre 1.400 y 1.800 horas anuales.

Tabla 2. Anomalías de la precipitación (mm), como respuesta a los eventos ENOS La Niña. Red climática cafetera.

Depto.	Municipio	Estación	Lluvia acumulada anual (mm)		Anomalías en mm por año, respecto de la normal							
			Normal 1990-2019	Desviación estándar	1998	1999	2007	2008	2010	2011	2021	2022
Cesar	Pueblo Bello	Pueblo Bello	2.042	436	610	625	257	314	995	483	162	413
Santander	Floridablanca	San Antonio	1.519	254	61	193	-300	192	699	505	-179	144
Antioquia	Venecia	El Rosario	2.644	620	550	729	728	1.034	900	1.618	566	940
Caldas	Chinchiná	Naranjal	2.939	465	48	482	7	987	629	868	92	30
Tolima	Líbano	La Trinidad	2.185	345	393	344	170	517	426	461	170	911
Risaralda	Pereira	La Catalina	2.282	449	165	1.133	458	1.034	476	437	453	657
Quindío	Buenavista	Paraguacito	2.199	390	-166	410	417	656	554	877	183	661
Cauca	El Tambo	Manuel Mejía	2.078	410	-211	905	335	669	22	845	404	797

■ Aumento Significativo
 ■ Aumento
 ■ Disminución Significativa
 ■ Disminución
 ■ Sin Variación

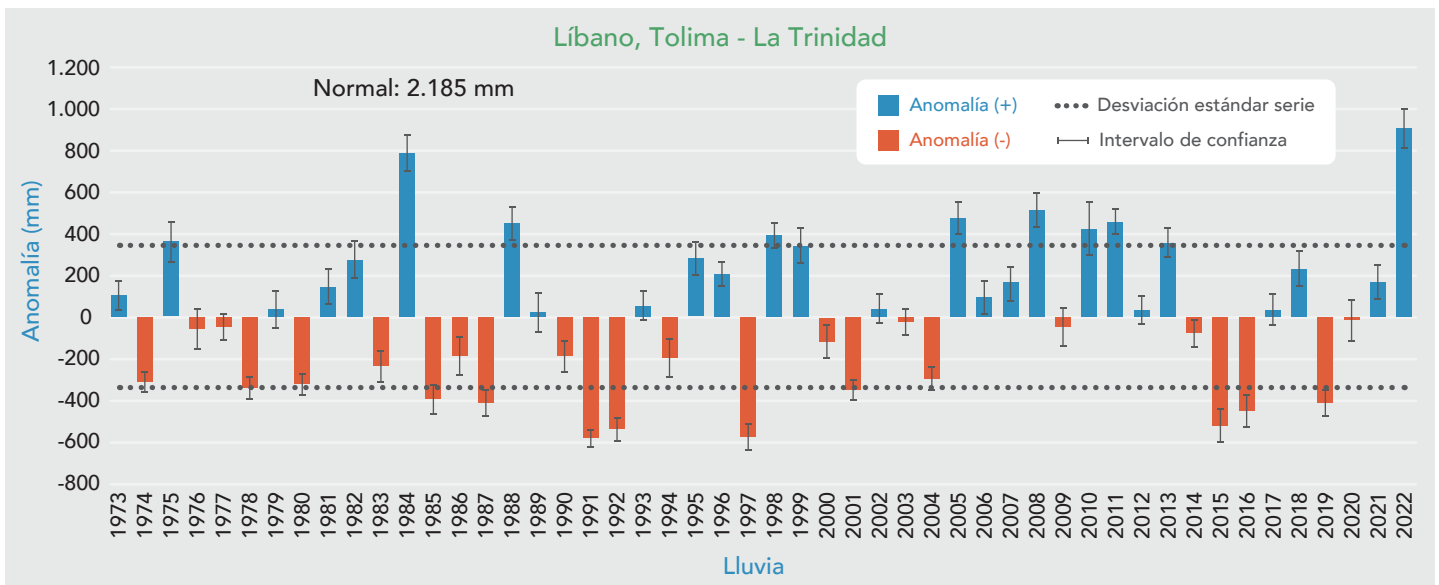


Figura 3. Anomalías de la lluvia acumulada anual histórica en la estación La Trinidad (Libano, Tolima). Los valores de desvío corresponden a la diferencia de cada año con relación a la normal climática. La línea punteada corresponde a la desviación estándar de las anomalías entre los años de la normal climatológica (1990 - 2019). En las barras se observa una línea al extremo que indica el intervalo de confianza, obtenido a partir de la variación de la anomalía mensual en cada año. Un año es estadísticamente diferente de otro, cuando las líneas del intervalo de confianza no se cruzan.

Número de días con lluvia. Para el caso de los días con valores de lluvia superiores a 1,0 mm (Tabla 3), puede observarse que la normal climatológica contrasta entre zonas, principalmente Cesar (Norte) y Cauca (Sur) con Antioquia, Caldas y Risaralda (Centro). Las anomalías siguen el mismo patrón de la lluvia y aumentan en el segundo año, variando su magnitud por sitio. Anomalías superiores o iguales a 30% se presentan en los años 1999 y 2022, especialmente en El Rosario y Manuel Mejía, consistente con el análisis de lluvia acumulada. De manera particular para San Antonio (Santander), La Niña del 2022 presentó la mayor cantidad de días con lluvia mayor a 1,0 mm desde el inicio de la serie, así mismo Manuel Mejía registró para 2021 y 2022 las mayores anomalías positivas desde 1953 (Figura 4). Para El Rosario, el 2022 corresponde al máximo valor de número de días con lluvia mayores a

1,0 mm de la serie desde 1967 e igual al de 1999. En Pueblo Bello, para 2010, se registró la mayor anomalía positiva absoluta en las series de las ocho estaciones analizadas (Tabla 3).

Temperatura mínima. En la Tabla 4 se presentan las anomalías de la temperatura mínima como respuesta a los episodios ENOS La Niña. La disminución de la temperatura mínima está representada en color azul, y el aumento en color rojo. En los años analizados, el segundo año, registra las mayores anomalías negativas, pero en muy pocas estaciones se supera el umbral. En la estación El Rosario, se presentan los mayores desvíos, como respuesta a los eventos fríos. El año 1999, corresponde al de mayor efecto generalizado en disminución de la temperatura mínima con respecto al resto de años de análisis.

Tabla 3. Anomalías de los días con lluvias superiores o iguales a 1,0 mm en eventos ENOS La Niña. Red climática cafetera.

Depto.	Municipio	Estación	Días con lluvia >1,0 mm acumulado anual		Anomalías en días por año de la lluvia >1,0 mm, respecto de la Normal							
			Normal 1990-2019	Desviación estándar	1998	1999	2007	2008	2010	2011	2021	2022
Cesar	Pueblo Bello	Pueblo Bello	126	23	23	33	9	12	64	35	-5	26
Santander	Floridablanca	San Antonio	167	17	2	22	5	8	31	32	19	36
Antioquia	Venecia	El Rosario	184	28	34	55	38	48	40	30	31	56
Caldas	Chinchiná	Naranjal	198	24	6	35	24	49	39	24	12	35
Tolima	Líbano	La Trinidad	156	20	10	39	-3	50	23	35	22	38
Risaralda	Pereira	La Catalina	173	25	19	55	32	46	23	25	28	36
Quindío	Buenavista	Paraguaicito	154	22	7	38	18	49	37	31	32	33
Cauca	El Tambo	Manuel Mejía	161	24	-5	48	9	45	11	29	53	63

■ Aumento Significativo
 ■ Aumento
 ■ Disminución Significativa
 ■ Disminución
 ■ Sin Variación

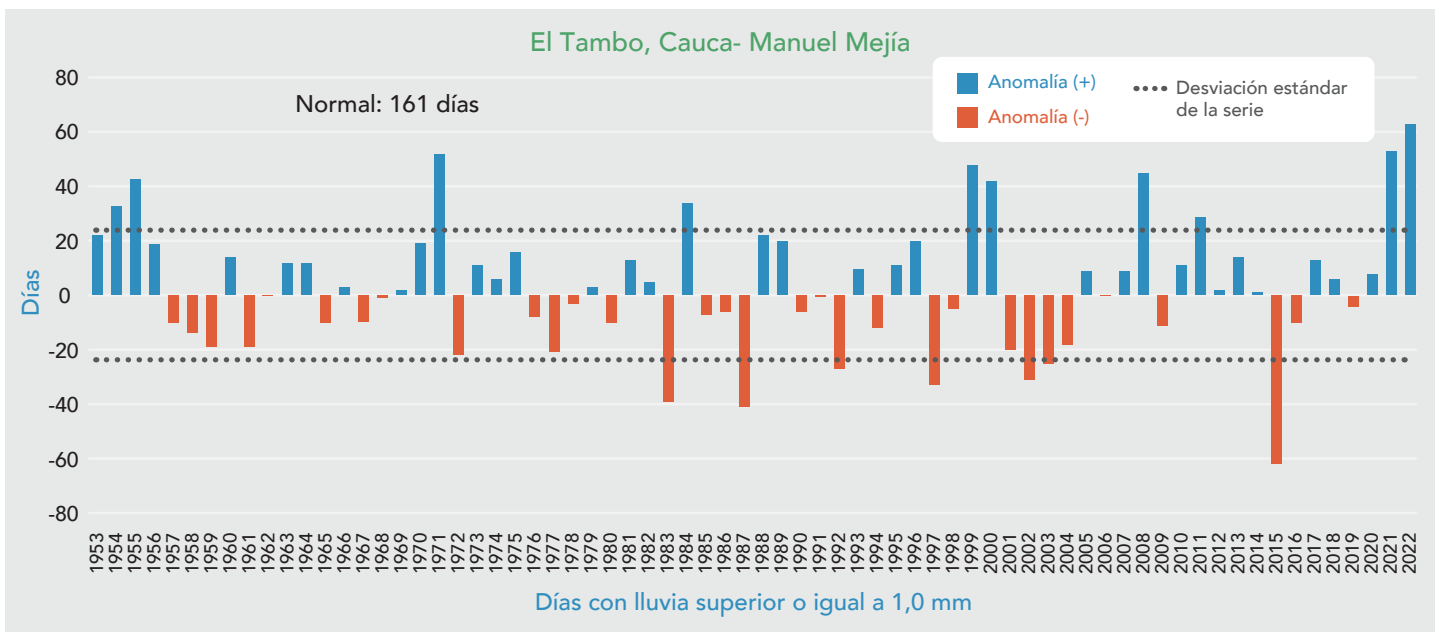


Figura 4. Anomalías de la cantidad de días por año con lluvias superiores o iguales a 1,0 mm en la estación Manuel Mejía (El Tambo, Cauca). Los valores de desvío corresponden a la diferencia de cada año con relación a la normal climática. La línea punteada corresponde a la desviación estándar de las anomalías entre los años de la Normal Climatológica (1990 - 2019).

Temperatura máxima. Las anomalías de la temperatura máxima, como respuesta a los episodios ENOS La Niña, se presentan en la Tabla 5. En concordancia con las variables anteriores, los segundos años respondieron en mayor magnitud a la condición de enfriamiento. Las mayores disminuciones en temperatura máxima, durante los cuatro episodios, se presentaron en El Rosario y Manuel Mejía. En 2022, con excepción de Pueblo Bello, las estaciones presentaron anomalías superiores a $-0,8^{\circ}\text{C}$ y son las mayores respecto a los años de este análisis. Se destaca para Naranjal (Caldas) que las anomalías en 2022, son iguales estadísticamente con las de 1971 y 1984, que

superaron el umbral de $-1,1^{\circ}\text{C}$, el mayor desde 1956 (Figura 5).

Brillo solar. En 2022 se consolidan las mayores anomalías negativas, comportamiento opuesto al de la lluvia (Tabla 6). Varias estaciones superaron los umbrales límite de la Normal (Desviación estándar de la anomalía), como San Antonio, El Rosario, Naranjal, La Trinidad, La Catalina y Manuel Mejía. El Rosario (Antioquia), registró una disminución del 30% de horas de brillo solar en 2022 (Figura 6), la mayor en la serie histórica, en contraste con Pueblo Bello (Cesar) que sólo fue del $-6,0\%$.

Los efectos de cada evento La Niña son diferentes, ya que otros fenómenos de variabilidad climática están presentes.

Tabla 4. Anomalías de la temperatura mínima promedio anual en eventos ENOS La Niña. Red climática cafetera.

Depto.	Municipio	Estación	Temperatura mínima en °C, prom. anual		Anomalías en °C por año, respecto de la normal							
			Normal 1990-2019	Desviación estándar	1998	1999	2007	2008	2010	2011	2021	2022
Cesar	Pueblo Bello	Pueblo Bello	15,9	0,4	1,0	-0,1	-0,2	-0,4	0,9	0,1	0,2	0
Santander	Floridablanca	San Antonio	16,9	0,3	0,5	-0,5	0	-0,3	0,2	-0,3	0,1	-0,4
Antioquia	Venecia	El Rosario	16,7	0,3	0,4	-0,7	0	-0,5	0,3	-0,3	-0,4	-0,8
Caldas	Chinchiná	Naranjal	17,1	0,3	0,3	-0,3	0,1	-0,1	0,3	-0,3	0,2	-0,1
Tolima	Líbano	La Trinidad	16,7	0,2	0,4	-0,3	-0,1	-0,2	0,3	-0,2	0,4	0,2
Risaralda	Pereira	La Catalina	17,4	0,4	0,3	-0,5	-0,1	-0,3	0,2	-0,2	0,1	-0,1
Quindío	Buenavista	Paraguaicito	17,2	0,3	0,6	-0,3	0	-0,3	0,6	0,1	0,1	-0,1
Cauca	El Tambo	Manuel Mejía	14,6	0,3	0,3	-0,1	-0,4	-0,1	0,3	0,4	0,2	-0,2

■ Disminución significativa
 ■ Disminución
 ■ Aumento significativo
 ■ Aumento
 ■ Sin Variación

Tabla 5. Anomalías de la temperatura máxima promedio anual en eventos ENOS La Niña. Red climática cafetera.

Depto.	Municipio	Estación	Temperatura máxima en °C, prom. anual		Anomalías en horas por año, respecto de la normal							
			Normal 1990-2019	Desviación estándar	1998	1999	2007	2008	2010	2011	2021	2022
Cesar	Pueblo Bello	Pueblo Bello	27,1	0,5	0,5	-0,6	0	-0,6	-0,5	-0,9	0,3	-0,1
Santander	Floridablanca	San Antonio	23,8	0,5	0,2	-0,8	-0,2	-0,6	-0,3	-0,7	-0,3	-0,9
Antioquia	Venecia	El Rosario	25,3	0,5	0,5	-1,2	-0,2	-1,1	-0,2	-0,7	-0,5	-1,0
Caldas	Chinchiná	Naranjal	26,9	0,4	0,2	-0,9	0,1	-0,7	-0,1	-0,8	-0,6	-1,1
Tolima	Líbano	La Trinidad	24,9	0,5	-0,3	-0,8	0,4	-0,4	-0,3	-0,7	-0,6	-1,1
Risaralda	Pereira	La Catalina	27,3	0,5	0,1	-1,2	-0,2	-0,6	-0,1	-0,4	-0,5	-0,8
Quindío	Buenavista	Paraguaicito	28,2	0,5	0,6	-0,9	-0,2	-0,8	0	-0,4	-0,7	-0,9
Cauca	El Tambo	Manuel Mejía	24,4	0,6	0,6	-1,0	-0,6	-1,3	-0,3	-0,4	-0,6	-1,2

■ Disminución significativa
 ■ Disminución
 ■ Aumento significativo
 ■ Aumento
 ■ Sin Variación

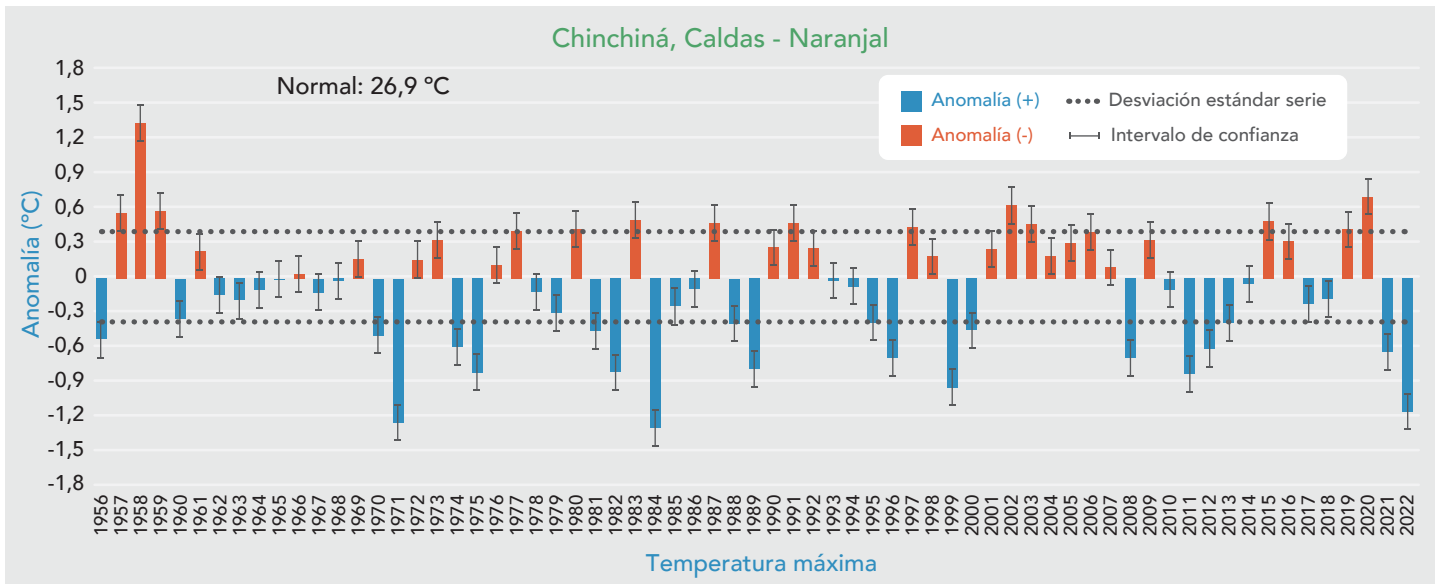


Figura 5. Anomalías de la temperatura máxima promedio anual en la Estación Experimental Naranjal (Chinchiná, Caldas). Los valores de anomalía corresponden a la diferencia de cada año con relación a la normal climática. La línea punteada corresponde a la desviación estándar de las anomalías entre los años de la Normal Climatológica (1990 - 2019). En las barras se observa una línea al extremo que indica el intervalo de confianza, obtenido a partir de la variación de la anomalía mensual en cada año. Un año es estadísticamente diferente de otro, cuando las líneas del intervalo de confianza no se cruzan.

Tabla 6. Anomalías del número de horas de brillo solar acumulado anual, en eventos ENOS La Niña. Red climática cafetera.

Depto.	Municipio	Estación	Brillo solar acumulado anual en horas		Anomalías en horas por año, respecto de la normal							
			Normal 1990-2019	Desviación estándar	1998	1999	2007	2008	2010	2011	2021	2022
Cesar	Pueblo Bello	Pueblo Bello	2.313	170	-124	-83	-10	4	-286	-188	-50	-136
Santander	Floridablanca	San Antonio	1.304	146	-28	-177	-21	-53	-122	-189	-215	-327
Antioquia	Venecia	El Rosario	1.935	145	-152	-381	65	-216	-203	-141	-234	-616
Caldas	Chinchiná	Naranjal	1.636	128	-139	-244	-26	-176	-113	-89	-217	-282
Tolima	Líbano	La Trinidad	1.534	149	-173	-301	122	-239	-157	-177	-228	-447
Risaralda	Pereira	La Catalina	1.621	135	-163	-269	44	-129	-159	-110	-292	-332
Quindío	Buenavista	Paraguacito	1.635	142	-184	-269	63	-112	-163	-99	-204	-279
Cauca	El Tambo	Manuel Mejía	1.662	149	-114	-222	-37	-231	-203	-82	-358	-394

■ Disminución significativa ■ Disminución ■ Aumento significativo ■ Aumento ■ Sin Variación

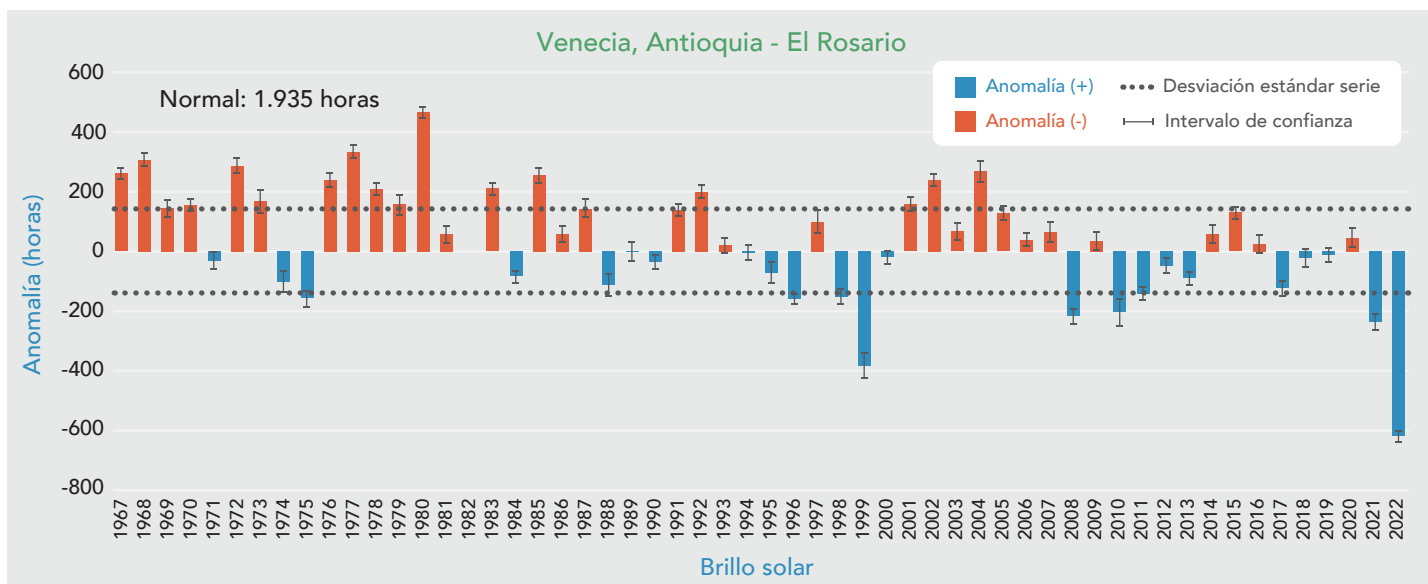


Figura 6. Anomalías del número de horas de brillo solar anual en la estación El Rosario (Venecia, Antioquia). Los valores de desvío corresponden a la diferencia de cada año con relación al climatológico. La línea punteada corresponde a la desviación estándar de las anomalías entre los años de la normal climatológica (1990 - 2019). En las barras se observa una línea al extremo que indica el intervalo de confianza, obtenido a partir de la variación de la anomalía mensual en cada año. Un año es estadísticamente diferente de otro, cuando las líneas del intervalo de confianza no se cruzan.

Consideraciones respecto al efecto del evento La Niña de ENOS:

- 1 Para las estaciones meteorológicas de este análisis, el comportamiento promedio de las variables climáticas en los segundos años, en respuesta a los episodios ENOS La Niña evaluados, refleja: aumento en 29% de la lluvia (17%–41%), incremento en número de días con lluvia superior a 1,0 mm (15%–29%), disminución en las temperaturas mínima de hasta $-0,6^{\circ}\text{C}$ y máxima entre $-0,6^{\circ}\text{C}$ y $-1,0^{\circ}\text{C}$, y decremento en el número de horas de brillo solar entre -19% y -5%.
- 2 Después de establecido el episodio ENOS La Niña, los segundos años analizados fueron los de mayor intensidad en sus respuestas ambientales, lo cual ratifica que los sistemas de producción cafeteros deben diseñarse teniendo en cuenta el efecto interanual que tienen estos eventos extremos.
- 3 A partir del análisis de las series, puede reconocerse que otros eventos de condiciones similares han ocurrido en el pasado y que algunas de las variables experimentaron unas de las mayores anomalías en 2022, principalmente las disminuciones en horas de brillo solar y temperatura máxima.
- 4 Durante los episodios de La Niña otros fenómenos de variabilidad están presentes, por ejemplo, el movimiento de la Zona de Confluencia Intertropical, la Oscilación Madden Julian, la temporada de huracanes, entre otros. Si bien los episodios La Niña generan comportamientos climáticos similares, ningún evento es igual al otro y la respuesta de los sistemas productivos varía según la ubicación geográfica.
- 5 Las recomendaciones para el cultivo basadas en el seguimiento de la última condición fría en el Pacífico Tropical (agosto de 2020–diciembre de 2022) se encuentran en cada una de las versiones del Boletín Agrometeorológico Cafetero (<https://agroclima.cenicafe.org/web/guest/boletin-agrometeorologico>) (Centro Nacional de Investigaciones del Café, s. f.).



Familias caficultoras:

El estudio de la respuesta ambiental ante eventos climáticos extremos es importante para anticiparse en las decisiones de la empresa cafetera. Consulte los boletines agrometeorológicos mensuales.

Literatura citada

Centro Nacional de Investigaciones del Café. (s. f.). *Boletín Agrometeorológico Cafetero*. Portal Agroclima Cenicafé. Recuperado 1 de marzo de 2023, de <https://agroclima.cenicafe.org/web/guest/boletin-agrometeorologico>

Departamento Nacional de Planeación, & Banco Interamericano de Desarrollo (Eds.). (2014). *Impactos económicos del Cambio Climático en Colombia: Síntesis 2014*. Departamento Nacional de Planeación. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impactos%20Econ%C3%B3micos%20del%20Cambio%20Climatico_Sintesis_Resumen%20Ejecutivo.pdf

Gaitán, A., Flórez, C. P., García, J. C., Benavides, P., Gil, Z. N., Sadeghian, S., Lince, L. A., Salazar, L. F., Oliveros, C. E., Sanz, J. R., Ramírez, C. A., Peñuela,

A. E., Rodríguez, N., Quintero, L. V., & López, J. C. (2016). Evento de La Niña en Colombia: Recomendaciones para la caficultura. *Avances Técnicos Cenicafé*, 467, 1-12. <https://doi.org/10.38141/10779/0467>

Huang, B., Thorne, P. W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., & Zhang, H.-M. (2017). Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. *Journal of Climate*, 30(20), 8179-8205. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1>

Jaramillo-Robledo, A., & Arcila-Pulgarín, J. (2009). Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de La Niña y su efecto en la caficultura. *Avances Técnicos Cenicafé*, 389, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0467>

Organización Meteorológica Mundial. (2017). *Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas. Serie OMM 1203*. OMM. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4167

