

Avances del Proyecto de Monitoreo del Comportamiento Microclimático y Agronómico en el área de influencia del embalse Topocoro



Diciembre 2018

Central Hidroeléctrica Sogamoso



Fundación
Natura
COLOMBIA



ISAGEN
ENERGÍA PRODUCTIVA



**Fundación
Natura**
COLOMBIA



© **Fundación Natura**
www.natura.org.co

ISAGEN S.A.E.S.P
www.isagen.com.co

Directora Ejecutiva
Elsa Matilde Escobar A.

Gerente General
Camilo Marulanda López

**Subdirectora de Conservación e
Investigación**
Clara Solano

Central Hidroeléctrica Sogamoso

Autores

Andrés Julián Rueda Quecho
Fabián Alberto Rangel Silva
Paola Andrea Raga Naranjo
Carlos Andrés Pinzón Correa
Abel Merchán Silva
Omar Salamanca Pérez
Javier Díaz Cediel

Diseño, diagramación y fotografías
Paola Andrea Raga Naranjo

ISBN: 978-958-8753-55-3
Diseño Empresarial Ecodigital
Bucaramanga, 2019

Presentación

El siguiente material, corresponde a la octava entrega de resultados del “Programa para atender la percepción de la comunidad acerca de posibles cambios micro-climáticos ocasionados por el embalse de la Central Hidroeléctrica Sogamoso”.

Como ha sido tradición, en el transcurso de estos siete años de estudio (tres antes del llenado y cuatro posterior al llenado), ISAGEN y Fundación Natura comparten con el público en general los avances obtenidos a lo largo de la investigación. En esta ocasión se presentarán resultados del monitoreo climático y agronómico hasta diciembre de 2018.

La presente cartilla se pensó para ser leído por todo tipo de público. Como su objetivo es enseñar los resultados generados en la investigación se abordó con un lenguaje didáctico y de fácil comprensión. El lector, al transcurrir de las páginas, podrá entender de manera sencilla cuál fue el objeto de la investigación y los resultados se han obtenido hasta la fecha (diciembre de 2018).

La cartilla se divide en tres capítulos que, de manera coherente, explican paso a paso todo el contexto y resultados del monitoreo climático y agronómico. En el primer capítulo se describe brevemente qué es el monitoreo agronómico, la ubicación de las fincas que se estudian y los tipos de variables analizadas. En seguida, se presentan mediante gráficos, los resultados de mayor relevancia obtenidos en el monitoreo de los cultivos de cacao, café y tabaco.

En el segundo capítulo, aborda las características del monitoreo climático y expone visualmente los detalles de los sensores y equipos con que se registra la información. Además, se presenta cuáles son las variables analizadas y en qué lugar se encuentran ubicadas las estaciones encargadas de recolectar los datos. Así mismo, se enseñan de manera gráfica, los resultados climáticos obtenidos para cada una de las siete estaciones.

Finalmente, el tercer capítulo expone todo el proceso de monitoreo climático participativo en fincas y escuelas. En este apartado se presenta la ubicación de las 63 fincas pertenecientes junto con los resultados arrojados por este proceso.



Embalse Topocoro, Central Hidroeléctrica Sogamoso, Santander

Tabla de contenido

Capítulo 1: Monitoreo agronómico	1
Resultados: Monitoreo agronómico	7
Capítulo 2: Monitoreo climático	17
Resultados: Monitoreo climático	21
Capítulo 3: Monitoreo climático participativo	44
Resultados: Monitoreo climático participativo	49



Capítulo 1: Monitoreo agronómico

13-10

Parcela de monitoreo en La Plazuela, Municipio Zapatoca, Santander

¿Qué es el monitoreo agronómico?

Es la acción de registrar datos de manera periódica a lo largo del tiempo.

En la investigación, el monitoreo se realiza con el objetivo de recolectar información relacionada con la productividad, las enfermedades y el crecimiento de las plantas.

Esta actividad se realizó antes (enero 2012 – diciembre 2014) como después (enero 2015 – diciembre 2018) del llenado del embalse.

Se monitorean tres cultivos



Son 21 parcelas de **cacao**, 10 de cacao híbrido y 11 de cacao clonado. La información se registra cada 15 días en 20 árboles de cada parcela.



Son cuatro parcelas de **café**. La información se registra semanalmente en 20 árboles de cada parcela.



Son dos parcelas de **tabaco**. La información se registra cada 15 días en 24 plantas de cada parcela.

¿Cuáles variables se monitorean?

Fenología

Se relaciona con el crecimiento de la planta, la floración y formación de frutos. Para los cultivos de cacao y café, se evalúa desde que se forma la flor hasta el fruto maduro, mientras que, en el tabaco, se observan las fases de desarrollo de la hoja.

Productividad

Esta variable se usa para evaluar la producción del cultivo. En el cultivo del cacao, la productividad se evalúa semestralmente; en el café, anualmente; y en el tabaco se evalúa mensualmente.

Fitopatología

Se refiere a las enfermedades que atacan el cultivo. Para el caso del cacao y el café, las enfermedades más importantes son las que atacan a los frutos, mientras que, en el tabaco, son aquellas que atacan a las hojas.

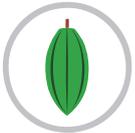
Cacao



Fenología



N° cojines activos



N° frutos formados



N° frutos marchitos

Fitopatología



N° mazorcas con fitóptora



N° mazorcas con monilia



N° escoba de bruja

Productividad



N° mazorcas sanas



Índice de grano



Índice de mazorcas

Café



Fenología



N° de flores activas



N° frutos formados



N° frutos maduros



N° Frutos sobremaduros

Fitopatología



N° frutos sanos



N° frutos con broca



N° frutos marchitos



N° hojas con roya

Tabaco



Fenología



N° días en fase vegetativa



N° días en fase botón floral



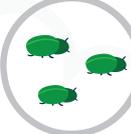
N° días en fase floración



N° de hojas con fitóptora -Pata prieta



N° de hojas con gusano cachón



N° de hojas con áfidos

¿Dónde se ubican las parcelas de monitoreo agronómico?

Las 27 parcelas de monitoreo se ubican en la zona aguas arriba del embalse. Inicialmente, se registraron datos antes del llenado del embalse Topocoro, para tener una línea base.

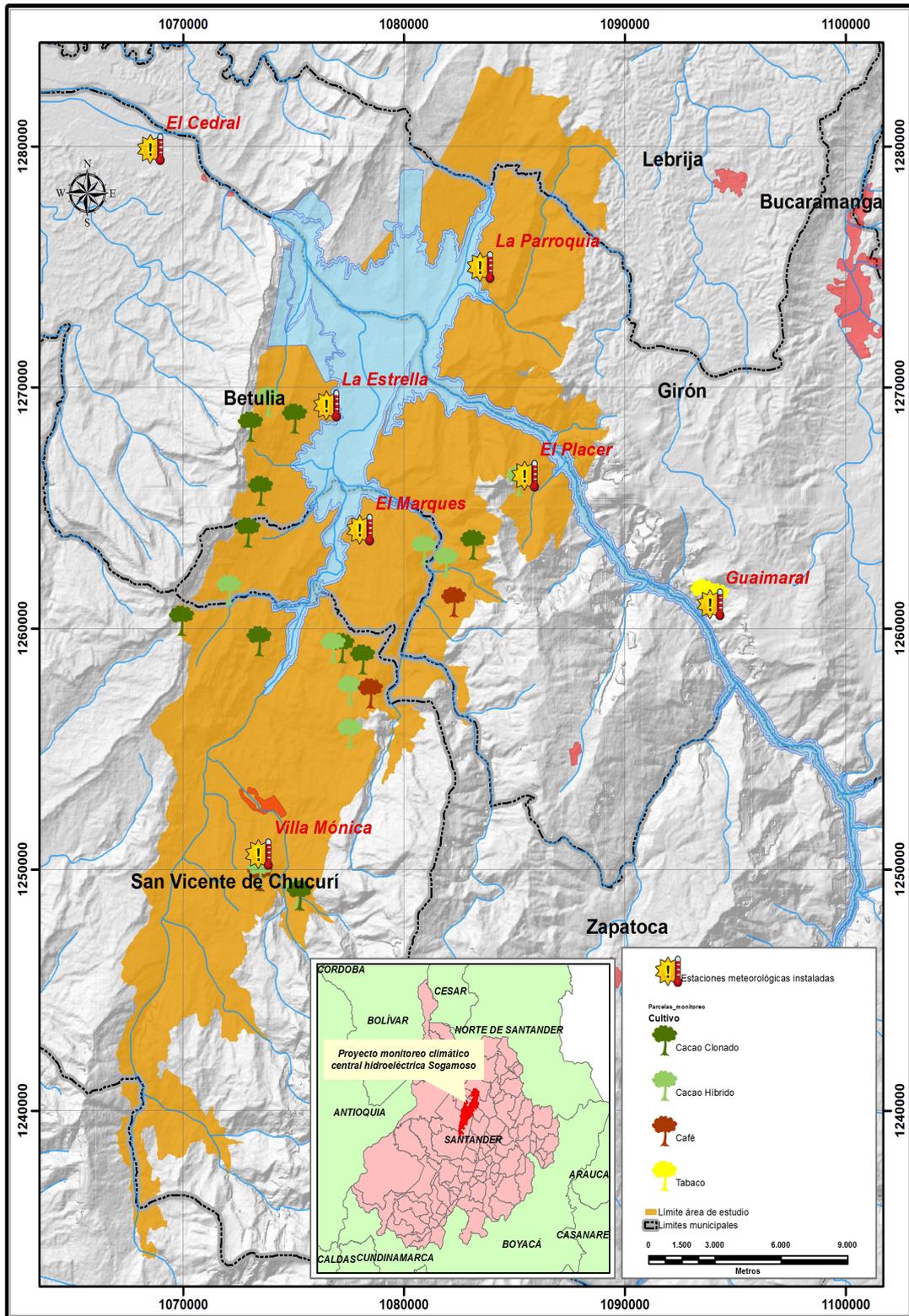
Este periodo comprendió entre enero de 2012 y diciembre de 2014. Después de esto, en enero de 2015, se empezó con el registro después del llenado. De esta manera, se cuenta con información de 4 años posteriores a la conformación del embalse.

Para la selección de las parcelas se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Ubicación respecto al embalse
2. Ubicación respecto a las estaciones climáticas
3. Ubicación en zonas micro-climáticas diferenciadas
4. Tipo de suelo
5. Interés y participación por parte del productor a largo plazo

N° parcela	Finca	Vereda	Municipio	Tipo de cultivo
1	San Luís	Sogamoso	Betulia	Cacao híbrido
2	Casa Blanca	Sogamoso	Betulia	Cacao clonado
3	El Diviso	Sogamoso	Betulia	Cacao clonado
4	La Esperanza	Sogamoso	Betulia	Cacao clonado
5	Los Almendros	Belmonte	Zapatoca	Cacao clonado
6	El Naranjito	Belmonte	Zapatoca	Cacao híbrido
7	Los Curucos	Cantarranas	San Vicente	Cacao clonado
8	Altamira	Barro Amarillo	San Vicente	Cacao clonado
9	La Floresta	El Placer	Betulia	Cacao clonado
10	El Amparo	Peña Morada	Betulia	Cacao clonado
11	La Palma	La Armenia	Betulia	Café
12	Los Puros Gómez	Peña Morada	Betulia	Cacao híbrido
13	El Regalo	Plazuela	Zapatoca	Cacao clonado
14-16	Mata de Guadua	Los Medios	San Vicente	Cacao híbrido-café
15-24-25	Miralindo	Mérida	San Vicente	Cacao clonado-híbrido-café
17	El Porvenir	La Esperanza	San Vicente	Cacao clonado
18-19	Villa Luz	Los Medios	San Vicente	Cacao clonado-hírido
20	Balconcitos	Santa Inés	San Vicente	Cacao híbrido
21-22-23	La Fortuna	Cantagallos	San Vicente	Cacao clonado-híbrido-café
26	El Platanal	Guaimaral	Girón	Tabaco
27	La Aguada	Guaimaral	Girón	Tabaco

¿Dónde están las parcelas de monitoreo agronómico?

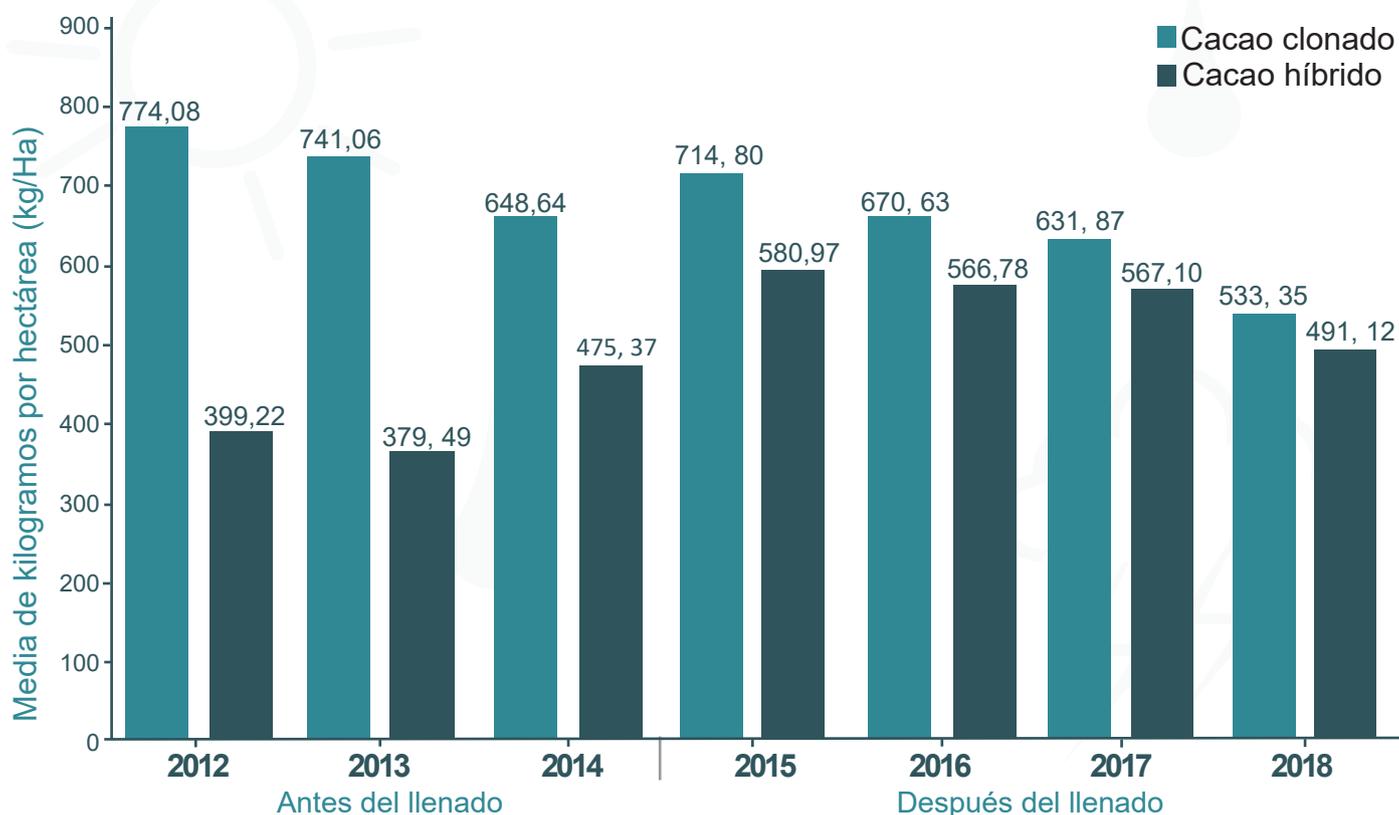


A photograph showing two men in a coffee plantation. The man on the left is wearing a red cap and a yellow shirt, holding a large, reddish-brown cacao fruit. The man on the right is wearing a white cap and a tan vest over a blue shirt, looking at the fruit. The background is filled with lush green coffee plants and a blue sky with mountains in the distance.

Resultados: Monitoreo agronómico

Los Medios, San Vicente de Chucurí, Santander

Comportamiento productivo en cacao



En todos los años monitoreados, el cacao **clonado** y el **híbrido** han mostrado una diferencia productiva entre las parcelas. Por ejemplo, en el año 2012, en el cacao clonado se registró en una parcela productividades de 353,6 kg/ha, mientras otra parcela registró 1082,9 Kg/ha.

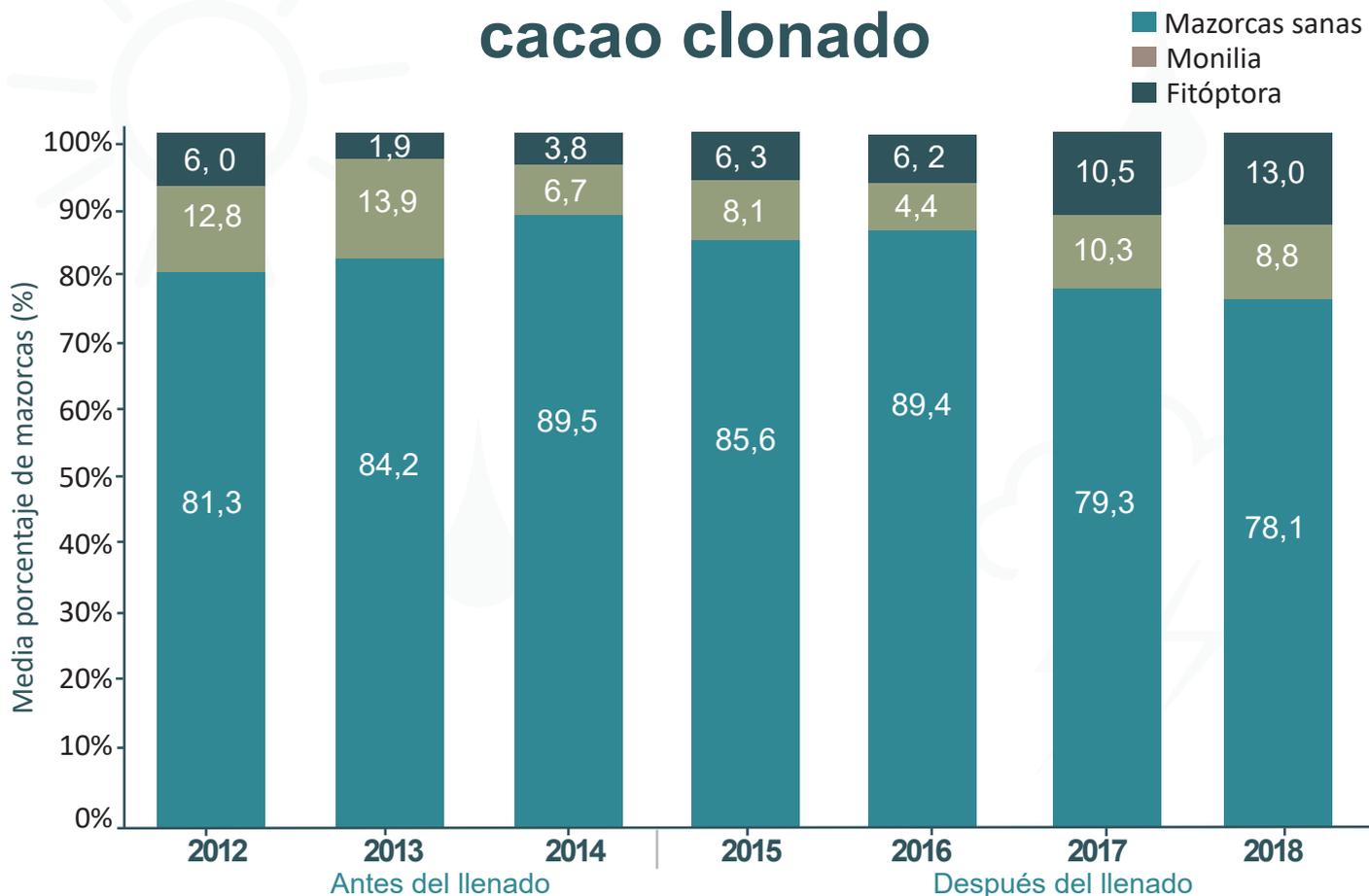
En el cacao híbrido también se evidencia esta diferencia entre parcelas. En el año 2016, se registró en una parcela productividades de 280,7 kg/ha y en otra 997,1 Kg/ha.

De esta manera, se evidencian las diferencias que hay entre las parcelas de cacao, en el área de estudio. Su productividad no sólo está asociada a las condiciones climáticas de la zona sino a otros factores, como el suelo, manejo y genética del cultivo.

Año	Valores de productividad			
	Cacaco Clonado		Cacao Híbrido	
	Mín	Máx	Mín	Máx
2012	353,6	1082,9	240,9	616,3
2013	321,3	1494,5	231,5	657,3
2014	290,0	1360,5	169,6	855,6
2015	247,8	1109,4	311,7	984,1
2016	15,5	1125,9	280,7	997,1
2017	209,5	1635,2	316,6	961,2
2018	46,2	1102,2	249,0	792,9



Comportamiento de enfermedades en cacao clonado



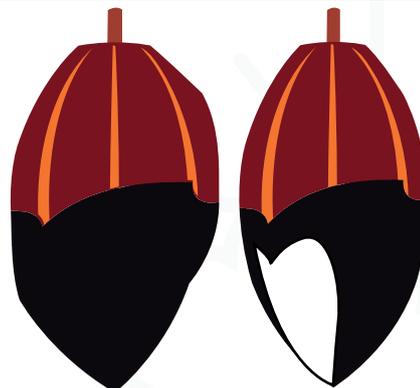
En el gráfico se muestra las mazorcas sanas (azul claro), las mazorcas afectadas por monilia (gris) y las mazorcas afectadas por fitóptora (azul oscuro) en el transcurso de cada año.

Los mayores niveles de monilia se registraron en el 2013, antes del llenado del embalse, con un 14% de mazorcas afectadas por esta enfermedad.

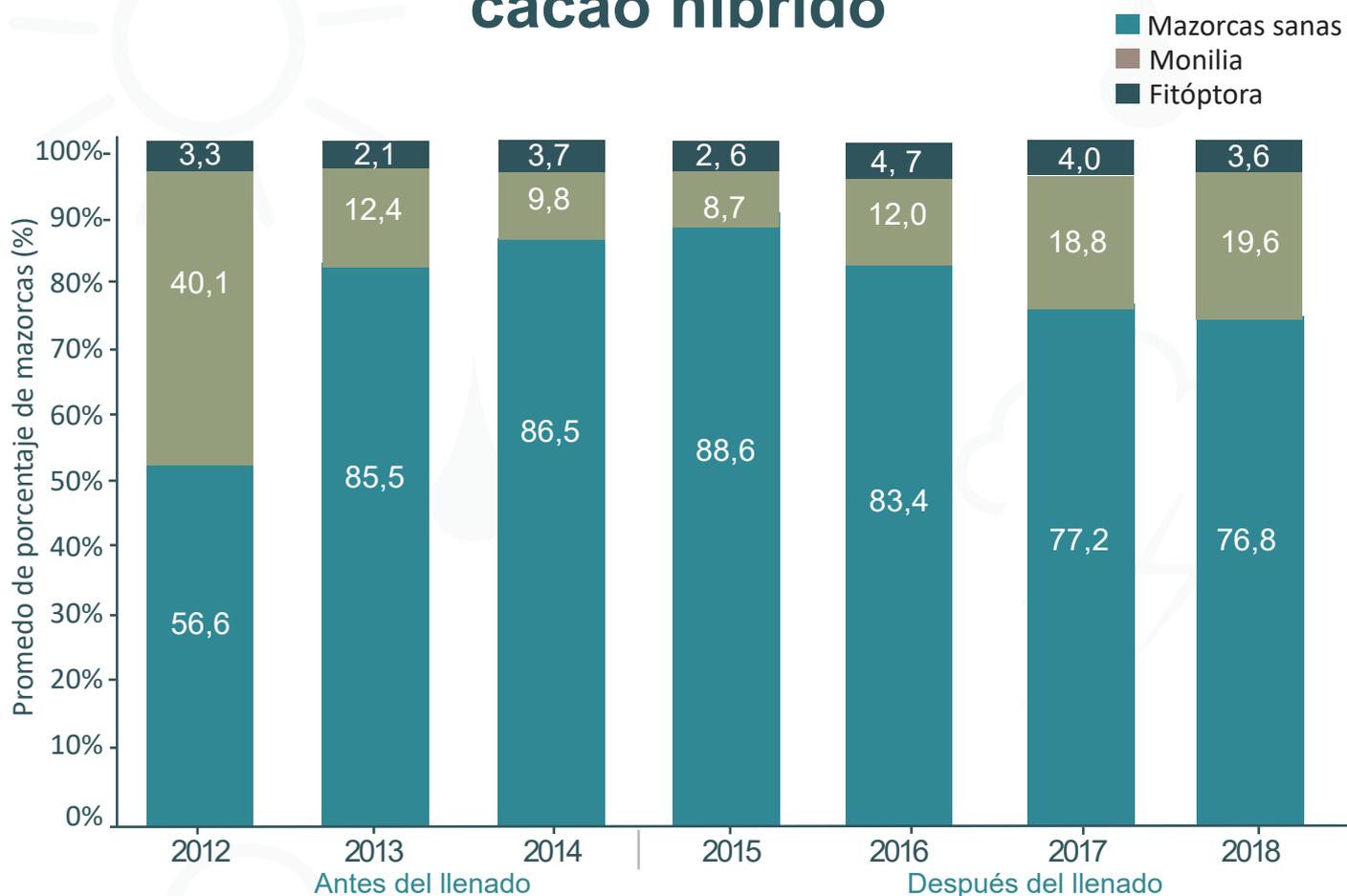
Después de llenado del embalse, el año que presentó las mayores pérdidas por monilia fue el 2017, con 10,3% de las mazorcas enfermas.

Con respecto a la fitóptora, esta enfermedad recobró importancia en las parcelas de cacao clonado durante los últimos dos años (2017 y 2018). Se encuentra relacionada con el incremento de las precipitaciones en la zona.

Valores de enfermedades cacao clonado				
Año	Monilia		Fitóptora	
	Mín	Máx	Mín	Máx
2012	0,03	0,36	0,00	0,18
2013	0,01	0,48	0,00	0,05
2014	0,01	0,37	0,00	0,19
2015	0,00	0,39	0,00	0,26
2016	0,00	0,24	0,02	0,25
2017	0,00	0,42	0,00	0,27
2018	0,00	0,44	0,00	0,24



Comportamiento de enfermedades en cacao híbrido



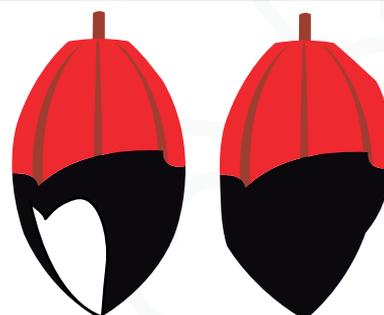
Los mayores niveles de **monilia** (gris) se registraron durante el 2012, alcanzando niveles por encima del 40% de mazorcas afectadas.

Para 2015, en pleno fenómeno de “El Niño” la incidencia de monilia bajo al 8,7%. No obstante, durante los dos últimos años (2017 y 2018), los niveles de incidencia de monilia han estado cercanos al 20%.

Para el cacao híbrido las mazorcas afectadas por **fitóptora** (azul oscuro) se han mantenido por debajo del 5% durante todo el monitoreo.

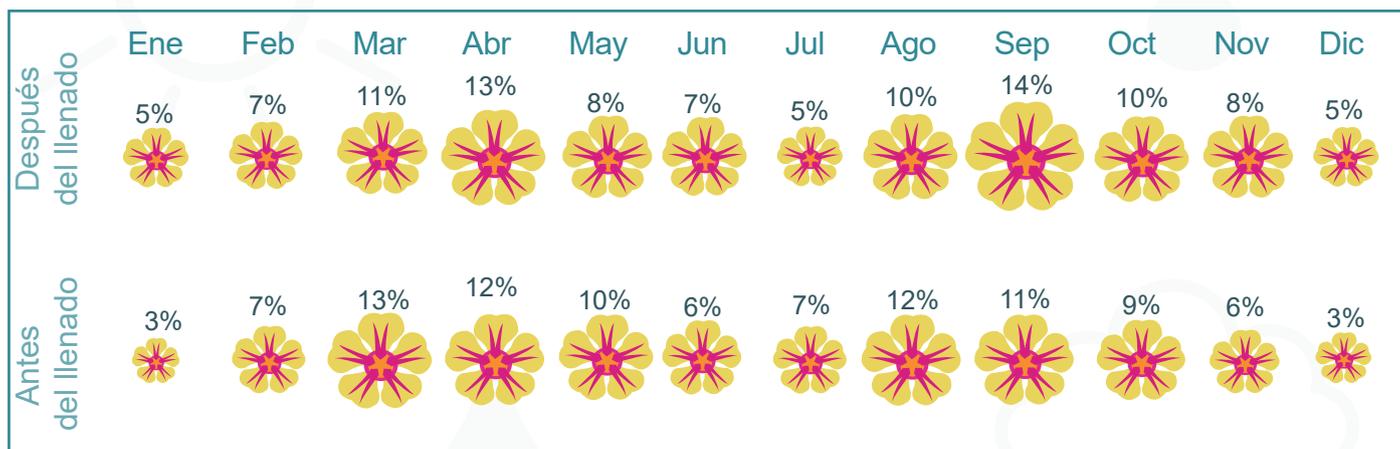
Para 2018, el porcentaje de mazorcas afectadas por esta enfermedad fue del 3,6%.

Año	Monilia		Fitóptora	
	Mín	Máx	Mín	Máx
2012	0,00	0,18	0,10	0,78
2013	0,00	0,05	0,02	0,46
2014	0,00	0,19	0,02	0,30
2015	0,00	0,26	0,00	0,41
2016	0,02	0,25	0,00	0,51
2017	0,00	0,27	0,02	0,48
2018	0,00	0,24	0,01	0,50

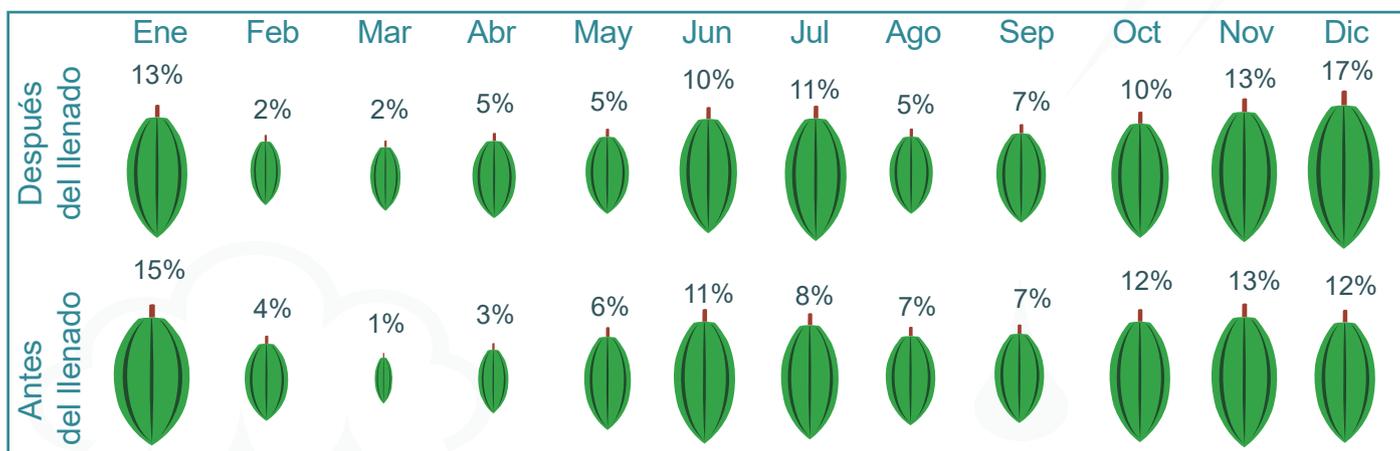


Comportamiento fenológico en cacao

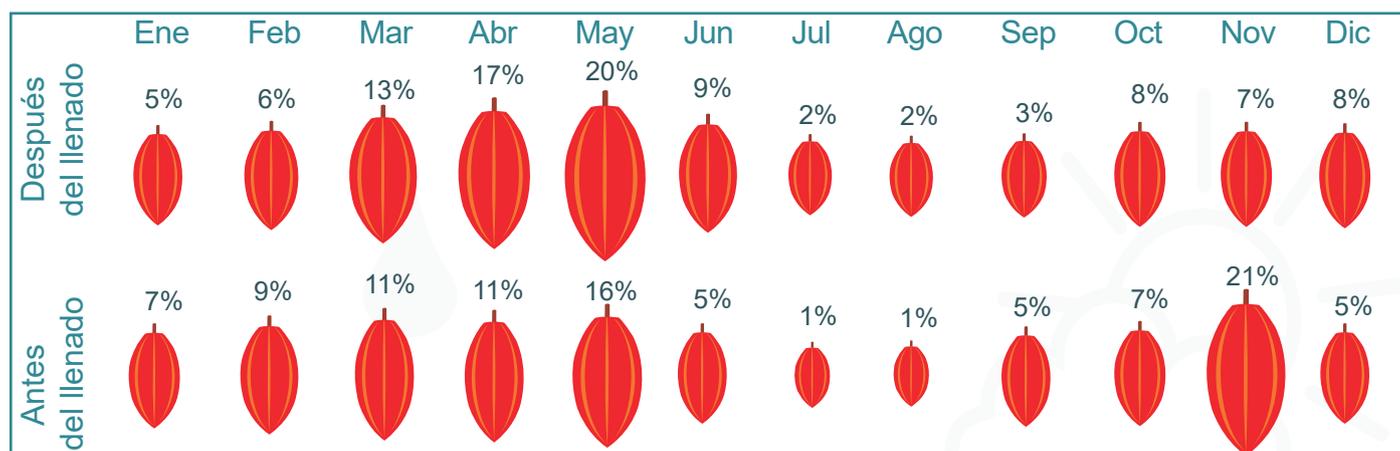
A. Cojines activos



B. Frutos formados



C. Frutos cosechados





A. Cojines activos

Es el proceso en el que la planta inicia la formación de las flores. Posterior a esto, son polinizadas y dan lugar a la formación de nuevos frutos.

En el transcurso del monitoreo, tanto antes como después del llenado del embalse, la activación de cojines se ha presentado con mayor cantidad en dos periodos a lo largo del año: el primero se genera entre marzo y parte de mayo; el segundo, que es un poco más largo, inicia en agosto y finaliza en noviembre.

Estos ciclos han sido constantes y similares antes y después del llenado del embalse.



B. Frutos formados

Este proceso es comúnmente llamado “ajiseo” o “pepineo”, la fase en la que inicia la formación de los frutos de cacao.

En el año, se presentan dos picos: el primero, posterior a la primera floración, entre los meses de mayo y julio; el segundo inicia en octubre y finaliza en enero del siguiente año.

Es de anotar, que este ciclo ha sido común para los dos periodos de tiempo estudiados y no se ha evidenciado cambios después del llenado del embalse.



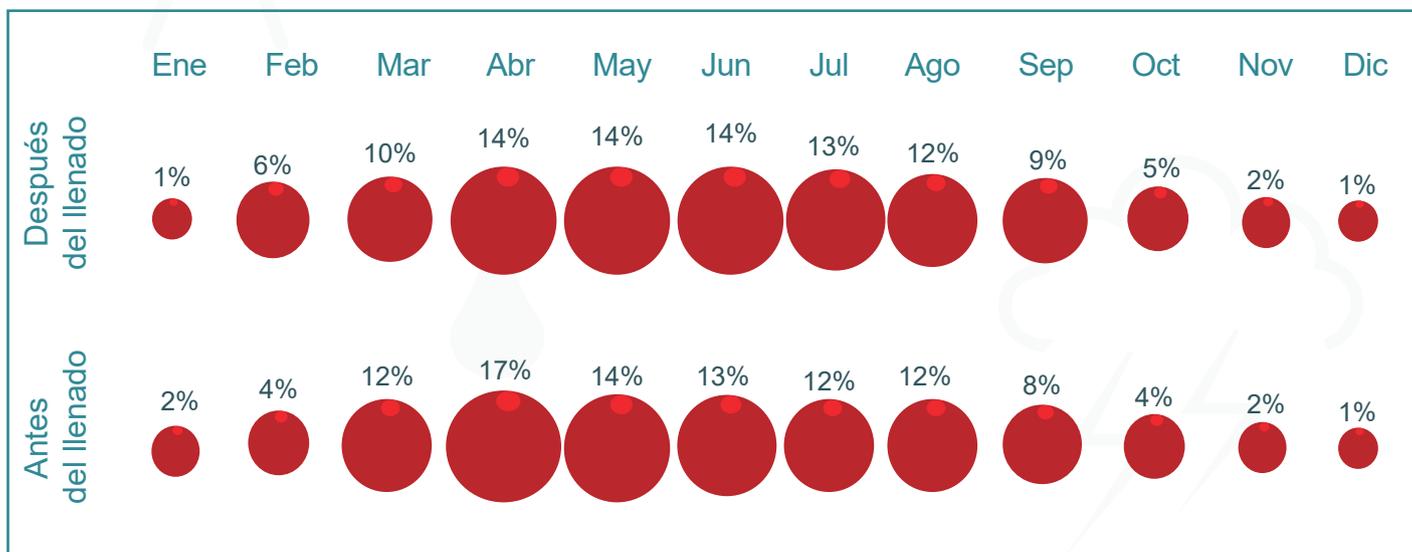
C. Frutos cosechados

La cosecha, la principal fase del cultivo de cacao. Para un productor, es el resultado de todo el esfuerzo realizado en el manejo de la plantación.

En el área de estudio, se identificaron dos picos de cosecha: el primero se presenta entre los meses de marzo y mayo, mientras que el segundo, se genera entre los meses de octubre, noviembre y parte de diciembre.

Estos ciclos de cosecha han sido constantes a lo largo de los años estudiados. Su comportamiento no presenta modificaciones significativas.

Comportamiento de frutos sanos en café



El café, es el segundo cultivo en importancia en la zona, por lo que su monitoreo y registro de información es de gran importancia para la investigación.

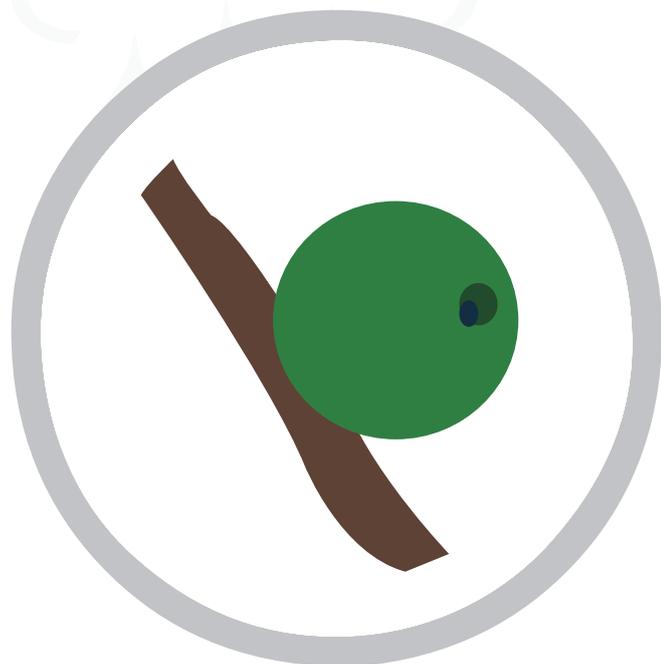
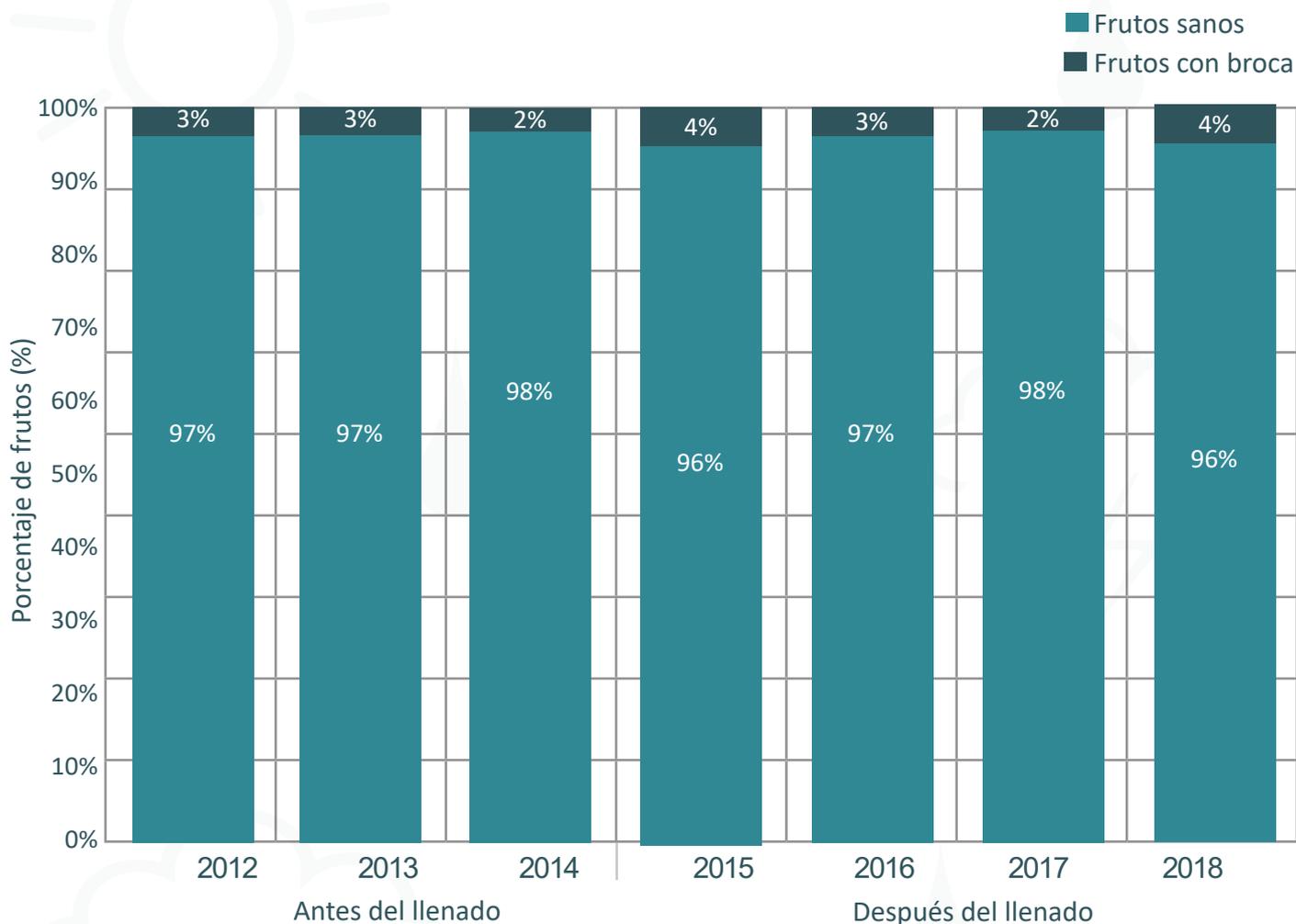
Los frutos sanos, corresponden a los granos que a futuro se convertirán en la cosecha.

Como se muestra en la gráfica, en los meses de marzo a septiembre se desarrolla la cosecha.

De esta manera, la distribución de los frutos sanos en el transcurso del año, tanto antes como después del llenado del embalse, han presentado un comportamiento similar.



Comportamiento de broca en café

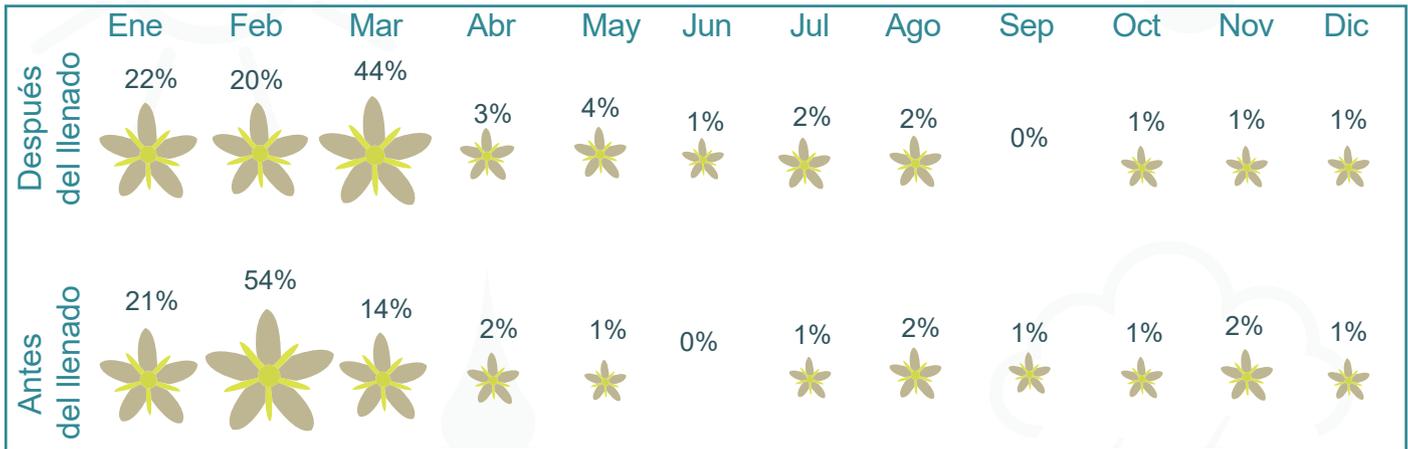


La broca es considerada la plaga más fuerte en el café. Sin embargo, los niveles se han mantenido entre el 2 y el 4% en el transcurso de todos los años de estudio.

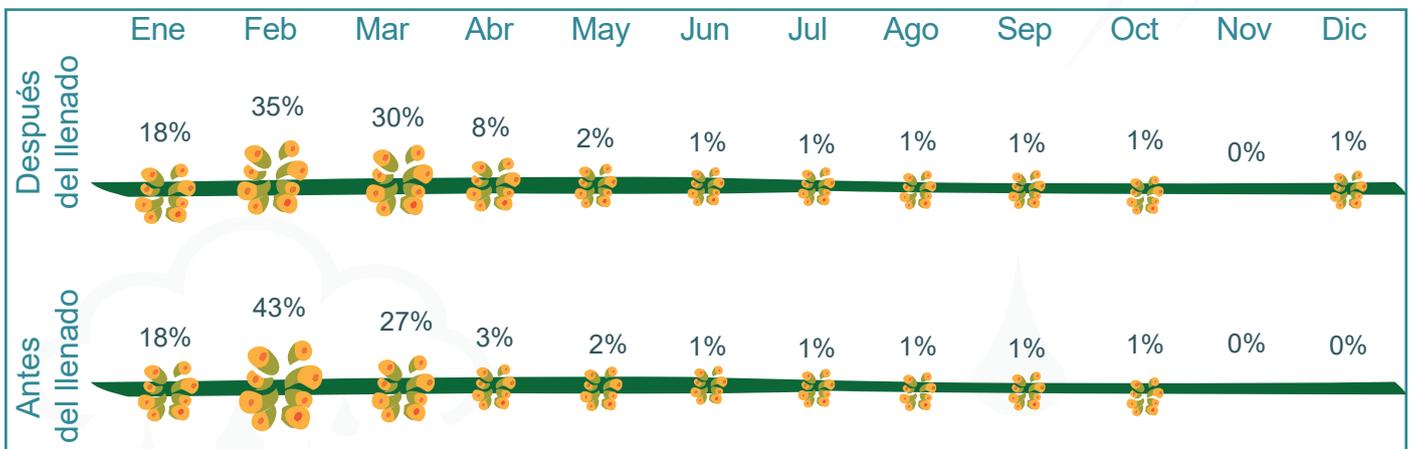
En los años 2015 y 2018, se han registrado los niveles más altos de la plaga.

Comportamiento fenológico en café

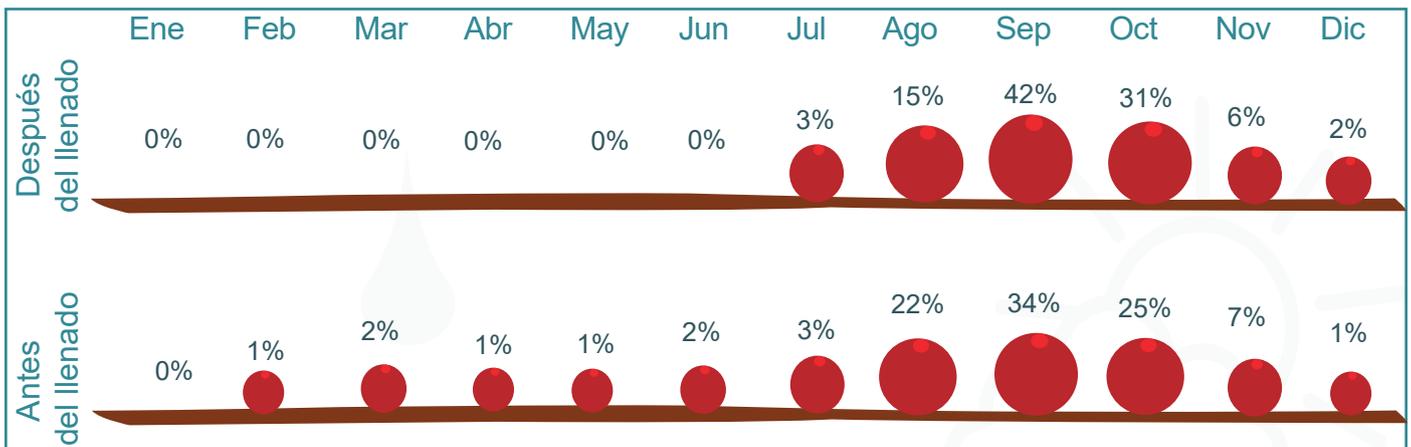
A. Floración



B. Frutos formados



C. Frutos maduros



A. Floración



La fase fenológica que da inicio al proceso de producción en café es la floración. De acuerdo a la cantidad emitida, el productor puede visualizar la productividad de la cosecha.

En la zona de estudio, el proceso de floración se presenta con mayor fuerza durante el primer trimestre de cada año. Este patrón ha sido igual en todos los siete años de estudio y su ciclo no ha presentado modificaciones, ni antes, ni después del llenado del embalse.

B. Frutos formados



Con el proceso de polinización, viene la formación de los frutos de café. Al igual que con la floración, se desarrolla principalmente entre los meses de enero, febrero y marzo.

Para la zona de estudio, este ciclo ha sido común tanto antes como después del llenado del embalse. Los meses en los que se forman los frutos han sido consecuentes en los siete años monitoreados.

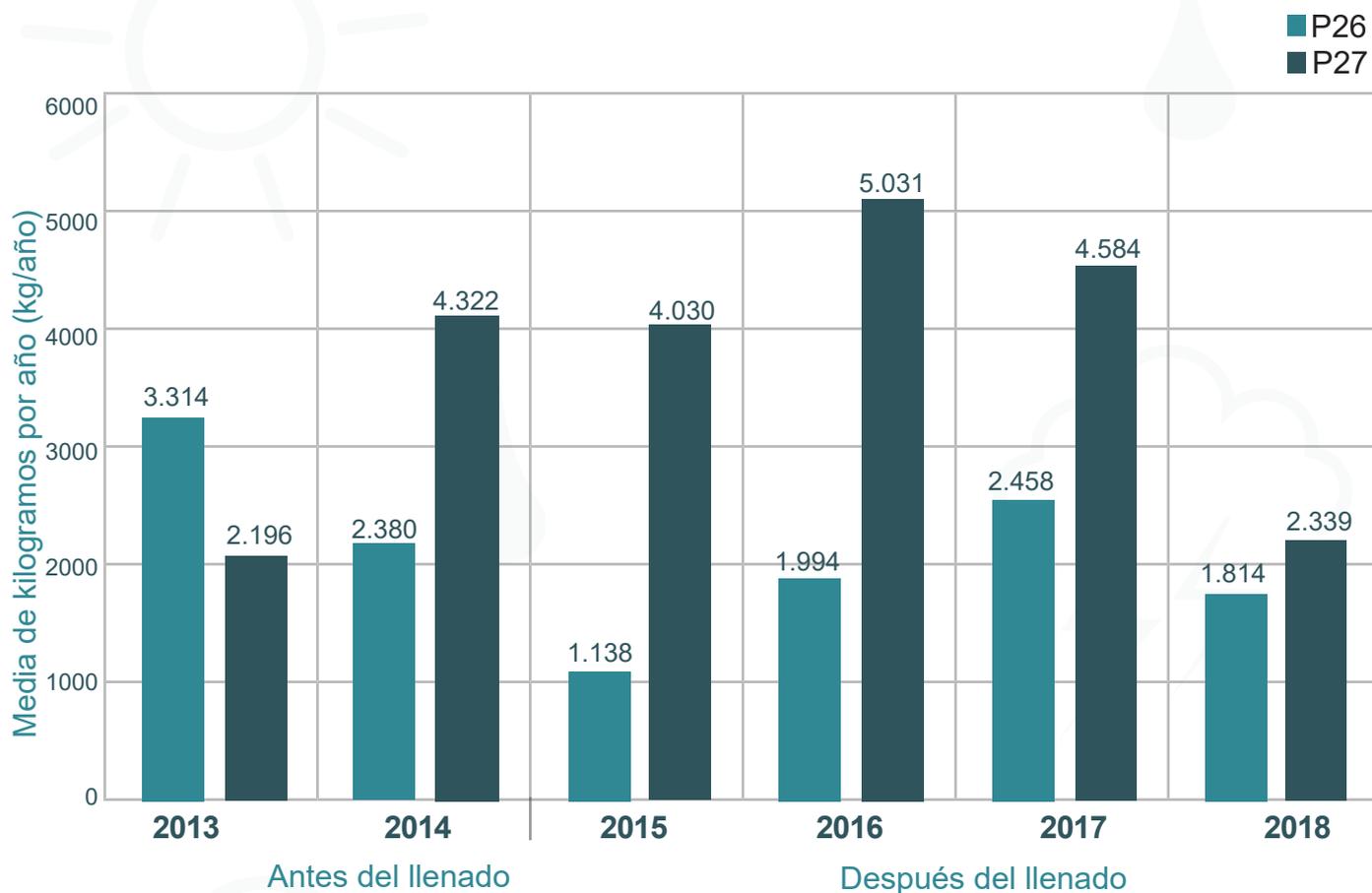
C. Frutos maduros



Con la maduración, los frutos pasan de un color verde a rojo. Este proceso se registra principalmente entre los meses de agosto, septiembre y octubre en los cuales se realiza la cosecha de café en el área de estudio.

Es de anotar que los meses de cosecha han sido los mismos durante los siete años de monitoreo; su patrón no ha presentado variaciones.

Comportamiento productivo en tabaco



Los cultivos de tabaco se sitúan en la vereda Guaimaral, en el municipio de Girón. En esta zona se cuenta con dos parcelas de monitoreo.

En la finca “El Platanal”, (Parcela No. 26), la mayor producción se presentó en el año 2013, mientras que la más baja se observó en el 2015, en pleno Fenómeno de “El Niño”.

Por otro lado, en la finca “La Aguada” (Parcela No. 27), se presentaron incrementos en la producción. Los años 2016 y 2017 mostraron la mayor producción.

En el 2018, se evidenció una notoria disminución en la productividad de tabaco, debido a la migración que se está teniendo hacia otros cultivos como los cítricos, el mango y el pimentón.





Capítulo 2: Monitoreo climático

Embalse Topocoro, Central Hidroeléctrica Sogamoso, Santander

¿Qué es el monitoreo climático?

El monitoreo climático es un proceso de recolección de información de las condiciones atmosféricas de un territorio determinado a lo largo del tiempo.

Con la información registrada se logra establecer cómo es el comportamiento de las lluvias, la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la dirección /velocidad del viento.

La captura de esta información se realiza mediante estaciones

meteorológicas, para este caso **estaciones satelitales**.

Estos instrumentos de medición recolectan información cada hora del día. En el área de influencia se encuentra siete estaciones satelitales, que permiten medir la condiciones meteorológicas de la zona.

Para la presente investigación, la medición inició en junio del 2011 y a la fecha (diciembre de 2018) se continúa con su registro.



Estaciones satelitales

Termohigrómetro



Mide la temperatura en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y la humedad relativa en porcentaje de agua (%).

Pluviómetro



Mide la cantidad de lluvias que se presentan. Se mide en milímetros (mm).

Piranómetro



Mide la intensidad del sol, es decir, la radiación. Se mide en Watts por metro cuadrado (Wm^2).

Anenómetro



Mide la velocidad y la dirección del viento. La velocidad se mide en metros por segundo (m/s) y la dirección en grados ($^{\circ}$).

Evaporímetro

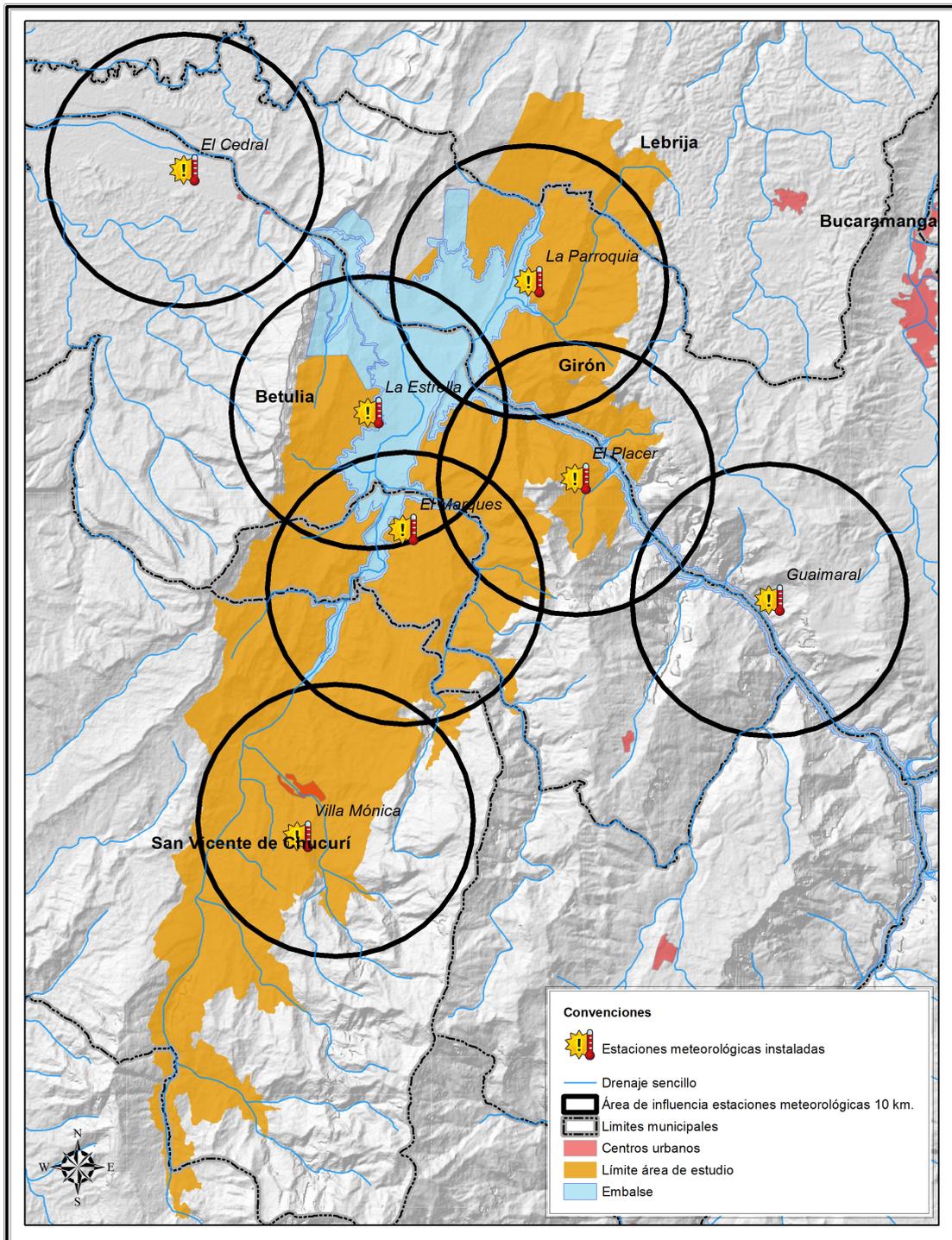


Mide la cantidad de agua que se evapora. Se mide en milímetros (mm).



¿Dónde están ubicadas las estaciones satelitales?

Las estaciones están ubicadas de manera estratégica, para que cubran toda el área de estudio de la investigación. Por ello, se establecieron de la siguiente manera: tres en Betulia, dos en Girón, una en San Vicente y una en Zapatoca.

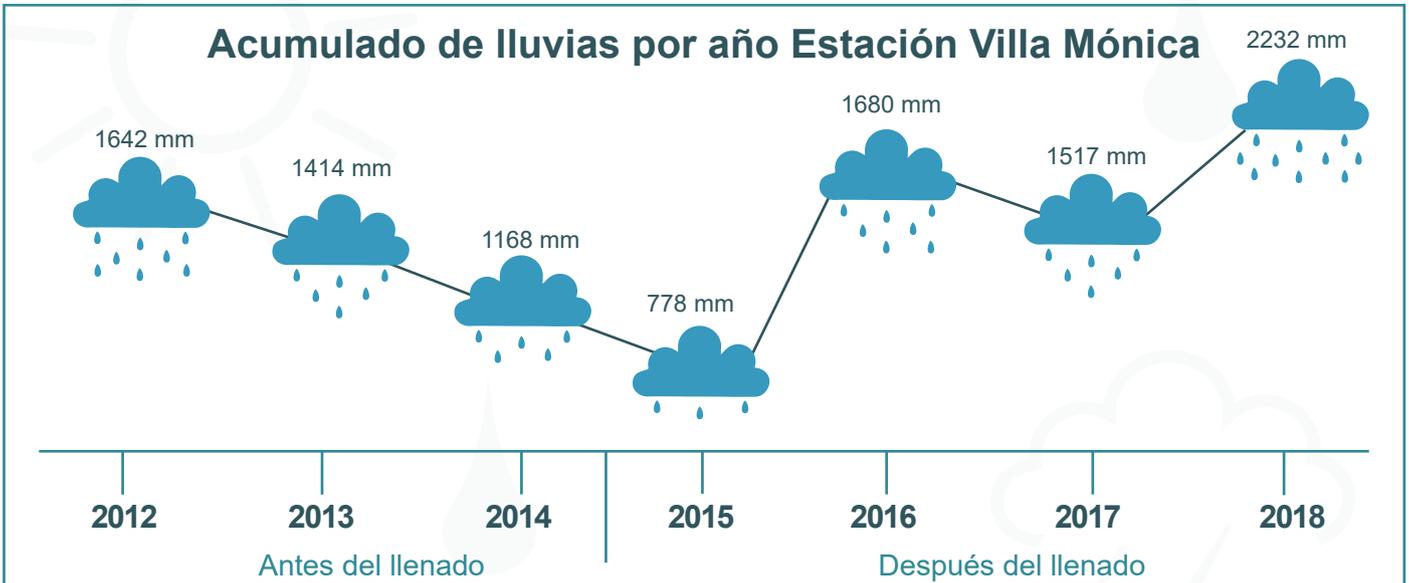


Resultados: Monitoreo climático



Estación Villa Mónica

Lluvias



A lo largo del monitoreo, las lluvias por año han registrado entre 778 y los 2232 milímetros (mm). Los valores más bajos se presentaron en el 2015, año en el que se presentó el fenómeno “El Niño”.

En el año 2018 se registró el mayor nivel de lluvias anuales para esta estación, con un total de 2232 mm. a lo largo del año. Es de anotar que en el primer semestre de este año se presentó el fenómeno “La Niña”.

Las lluvias varían en un rango determinado;

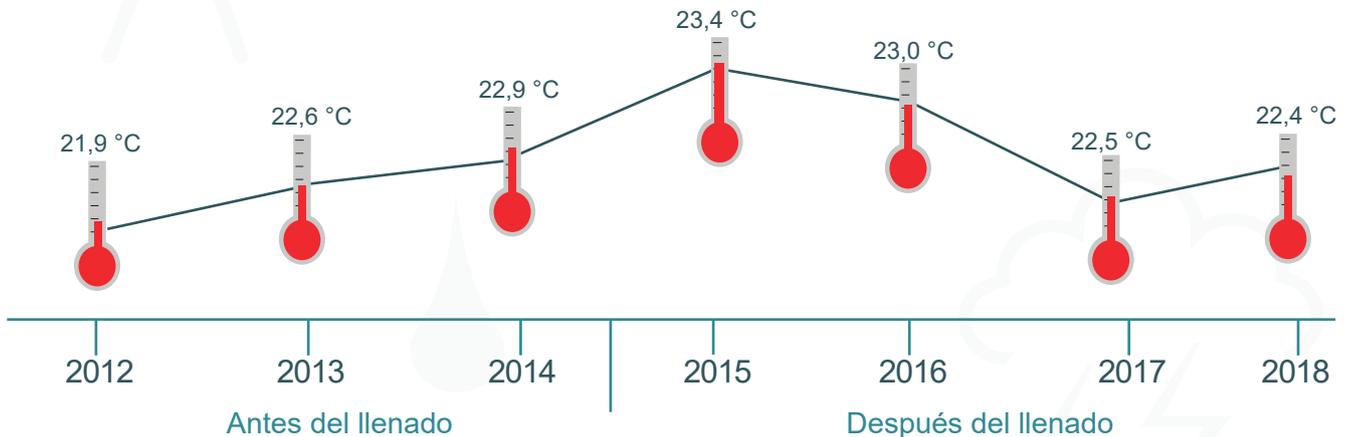
es decir, en los años que no se presentan fenómenos de variabilidad climática (“El Niño” y “La Niña”) se evidencia que en la estación Villa Mónica llueve entre 1200 y 1600 mm al año aproximadamente, como ocurrió en los años 2012, 2013, 2014, 2016 y 2017.

En el gráfico inferior (año 2018), se identifica dos periodos de altas lluvias. El primero en marzo-abril-mayo y el segundo en septiembre-octubre-noviembre.

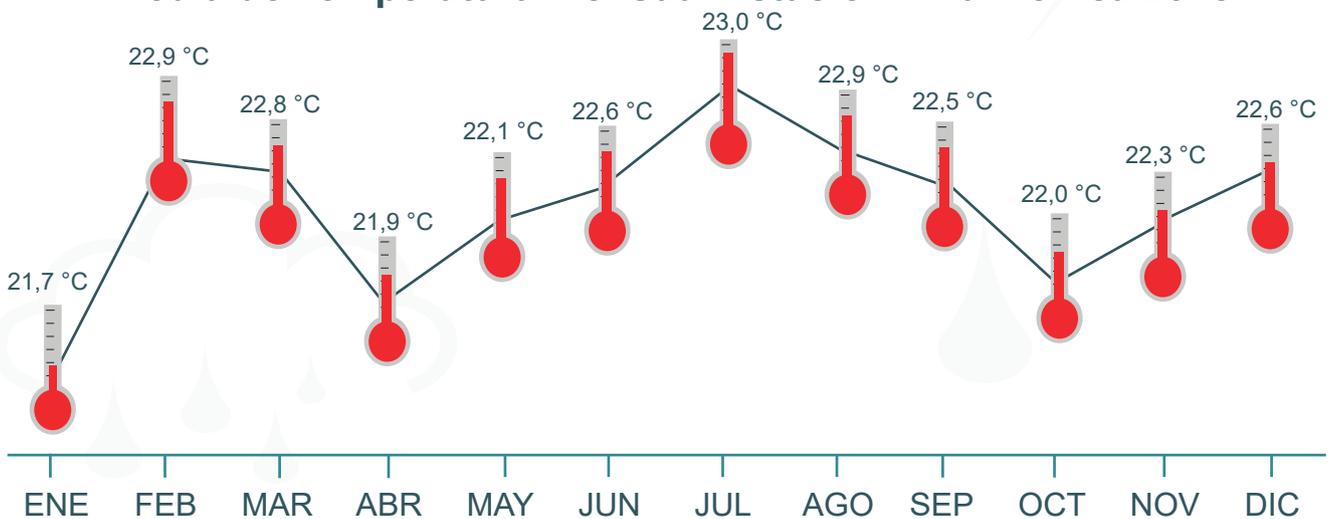
Estación Villa Mónica

Temperatura

Media de temperatura por año Estación Villa Mónica



Media de Temperatura mensual Estación Villa Mónica 2018



La temperatura del aire es otra de las variables que se mide. Para la zona de Villa Mónica su temperatura anual está entre 21 y 23 °C aproximadamente.

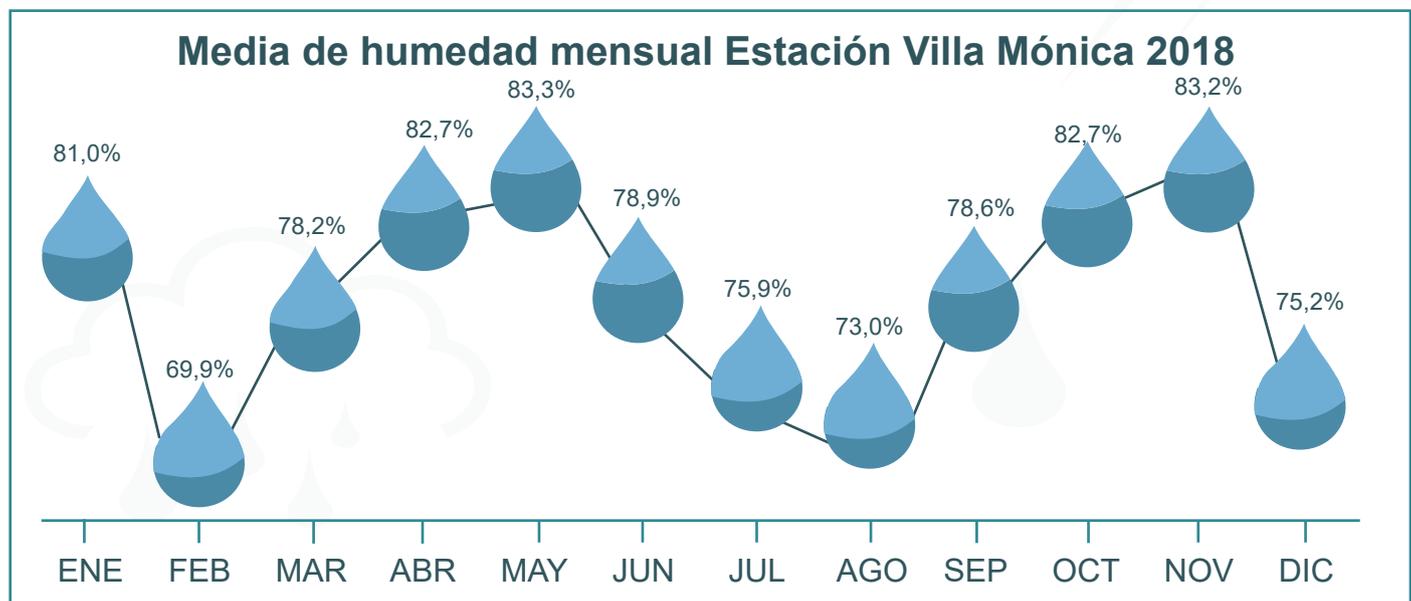
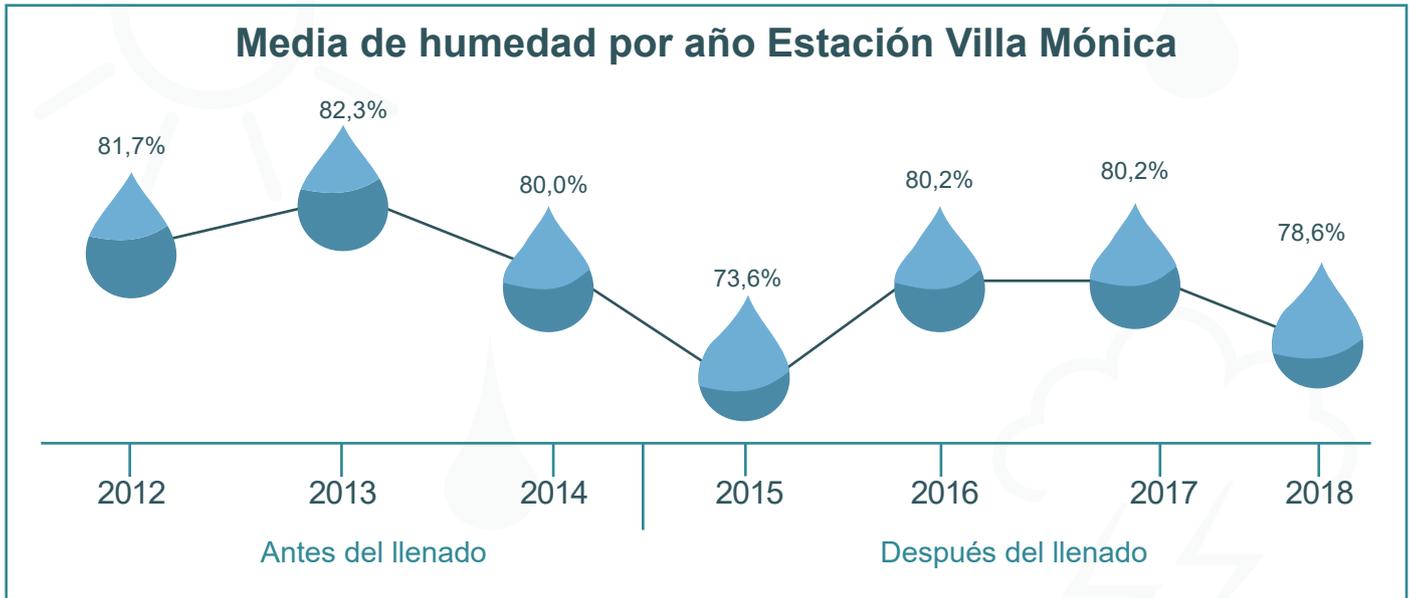
La temperatura más elevada se registró en el año 2015, cuando alcanzó un nivel de 23,4°C, en presencia del fenómeno de “El Niño”. A diferencia, los años con la temperatura más baja han sido el 2012 con 21,9°C y el 2018 con 22,4°C.

Para el 2018, los meses en los que se registraron los mayores niveles fueron febrero con 22,9°C, marzo 22,8°C, julio 23°C y agosto 22,9°C, mientras que en enero 21,7°C, abril 21,9°C, y octubre 22°C tuvieron los valores más bajos.

El valor media de temperatura en el 2018 se ubicó entre los 21,7 y 23°C, condición normal para la zona.

Estación Villa Mónica

Humedad



La media de humedad relativa media para la estación Villa Mónica se ha mantenido entre 73% y 82% durante el monitoreo.

En la estación Villa Mónica, el año con menor humedad relativa fue el 2015 con un 73,6%. El año con la mayor media de humedad relativa fue el 2013 con 82,3%.

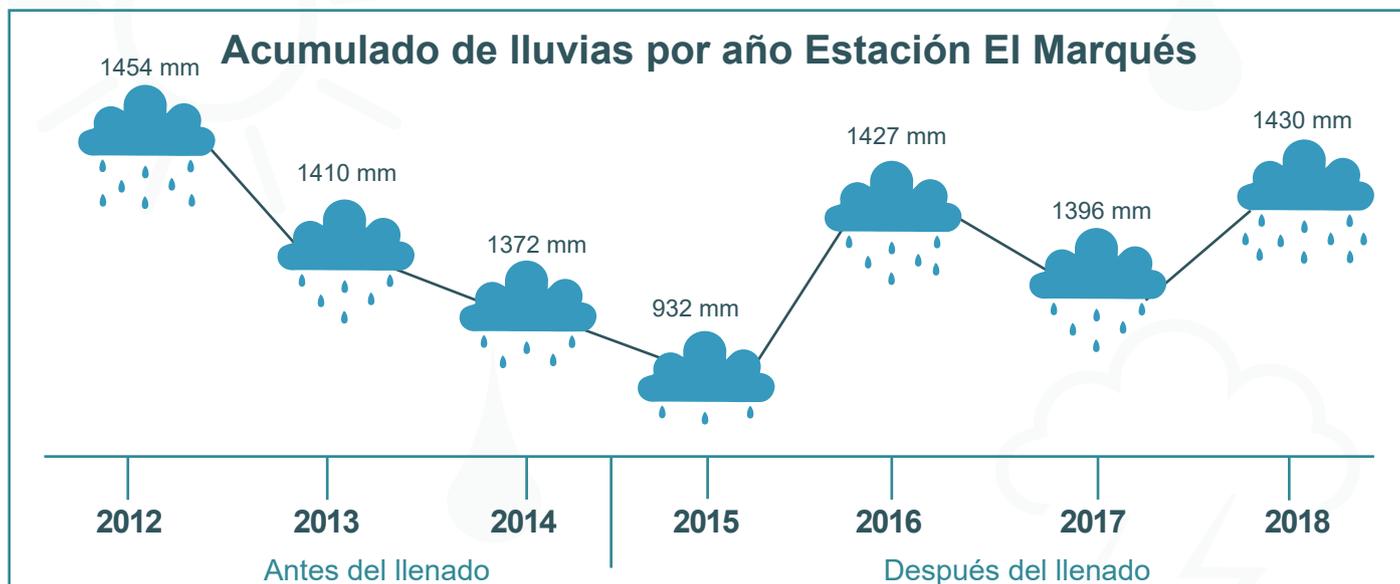
Para el 2018, la humedad relativa estuvo

entre 69,9% y 83,3%. Los meses en los que se registró mayor humedad relativa fueron abril (82,7%), mayo (83,3%), octubre (82,7%), y noviembre (83,2%).

Los meses con la menor humedad fueron febrero (69,9%), agosto (73,6%) y diciembre (75,2%).

Estación El Marqués

Lluvias



En la estación El Marqués, el acumulado anual de lluvias ha estado entre 900 y 1500 mm a lo largo de los 7 años de estudio.

Es evidente que para esta zona los fenómenos de variabilidad climática como “El Niño” poseen implicaciones significativas, tal como ocurrió en 2015, año con el menor registro de lluvia.

La distribución de las precipitaciones en el

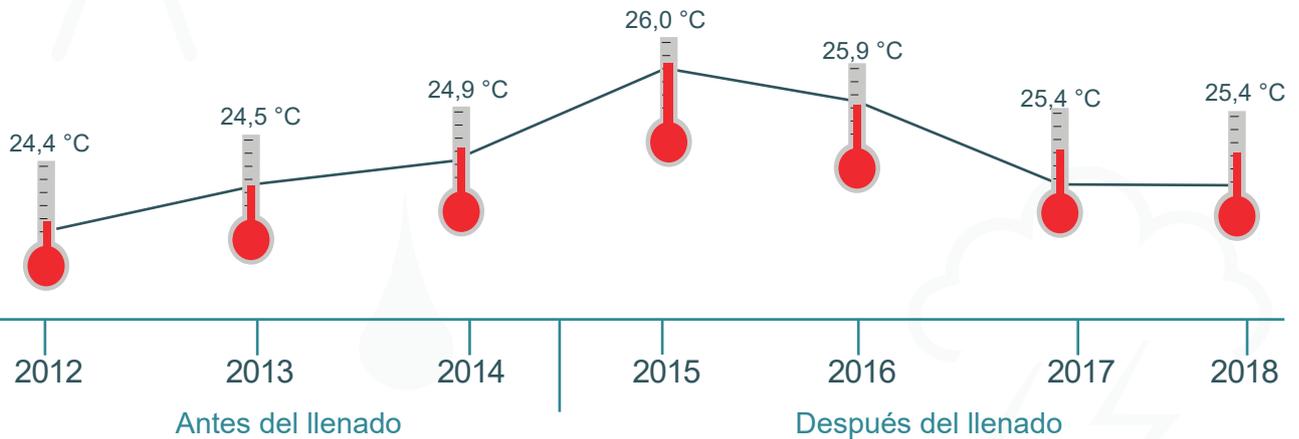
primer semestre de 2018, arrojó que mayo fue el mes de mayores lluvias, alcanzando los 228 mm, mientras que febrero solo alcanzó los 15 mm.

Para el caso del segundo semestre, durante octubre, las lluvias alcanzaron los 333 mm, siendo el mes más lluvioso del año, mientras que en diciembre solo se registró 1 mm, siendo el mes más seco.

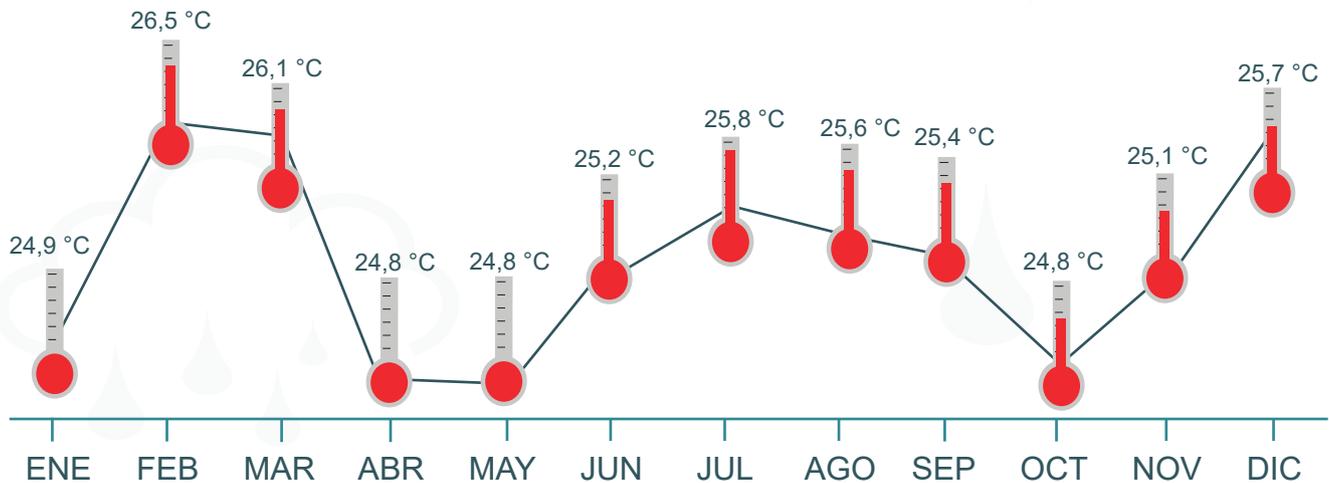
Estación El Marqués

Temperatura

Media de temperatura por año Estación El Marqués



Media de temperatura mensual Estación El Marqués 2018



En la estación El Marqués, la temperatura media anual ha variado entre los 24 y 26°C en el transcurso de la investigación.

El año 2015 registró los mayores niveles de temperatura, seguido por el 2016, alcanzando una media anual de temperatura cercana a los 26 °C, asociados al Fenómeno de “El Niño” presente durante el 2015 y parte del 2016.

El año 2012 exhibió los niveles medios más

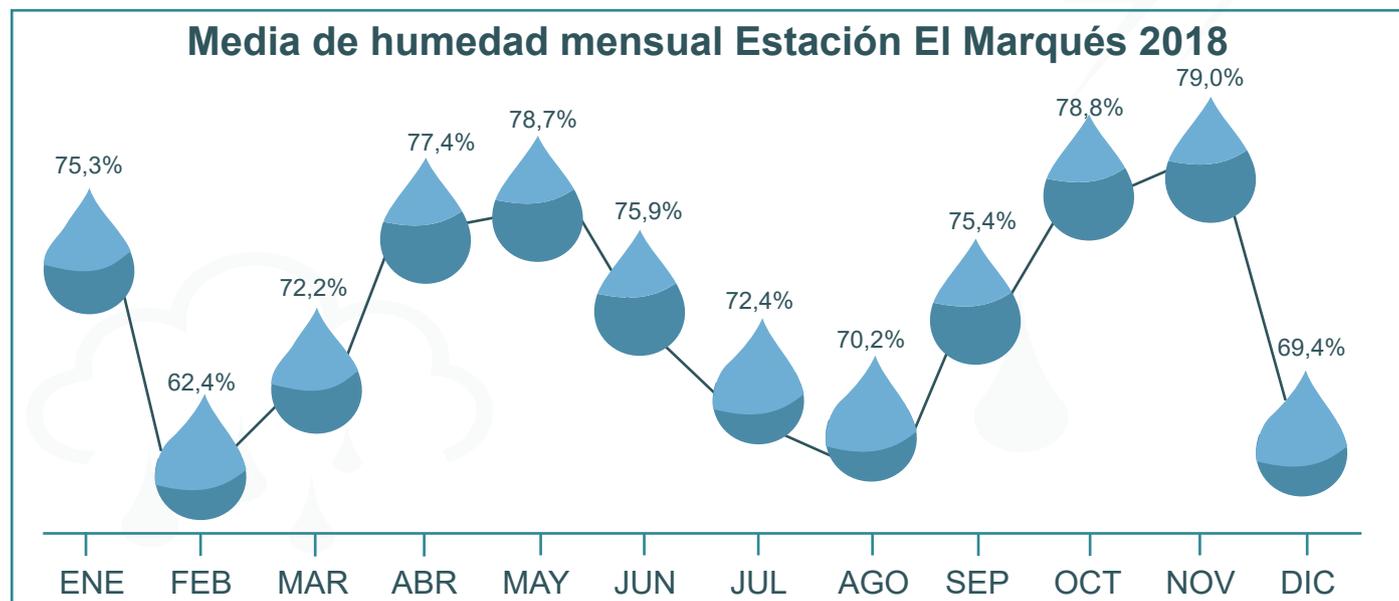
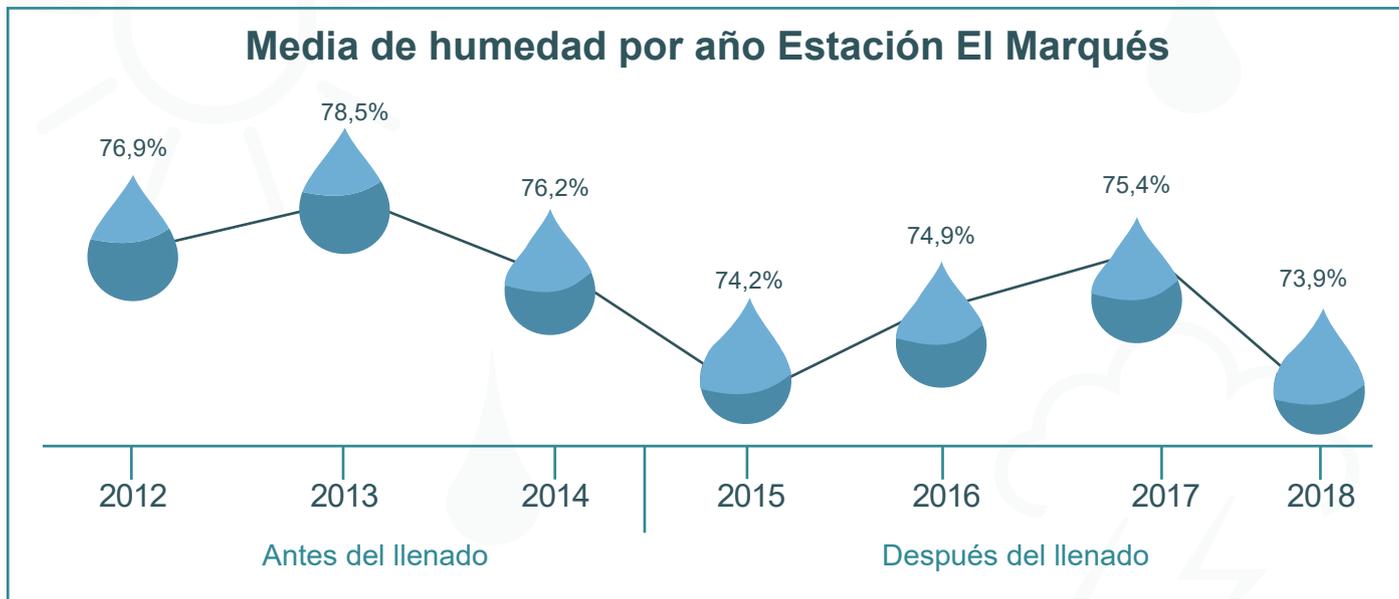
bajos de temperatura con una media anual de 24,4°C.

El año 2018, durante el mes de febrero, se encontró el valor más alto de temperatura, alcanzando una media mensual de 26,5°C.

Caso contrario, durante los meses de abril, mayo y octubre, se registraron los valores medios más bajos (24,8°C en cada mes), asociados a las lluvias presentes en estos meses.

Estación El Marqués

Humedad



En el tiempo monitoreado, el año 2013 presentó el valor más alto de humedad relativa con una media anual de 78,5%.

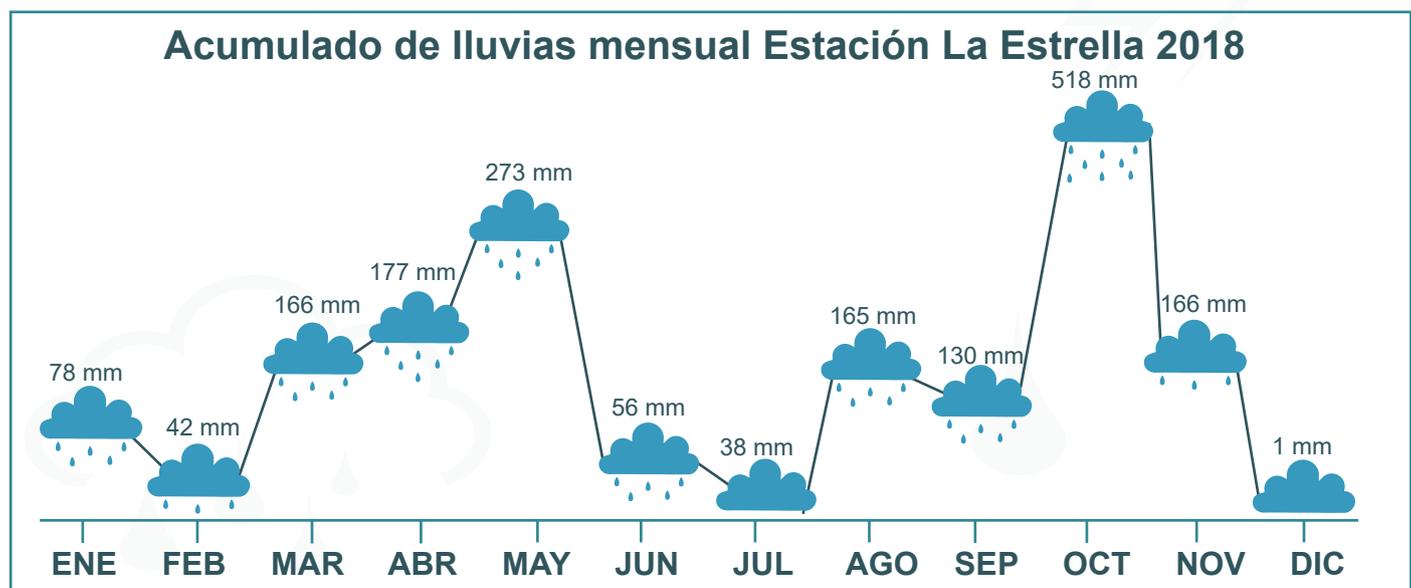
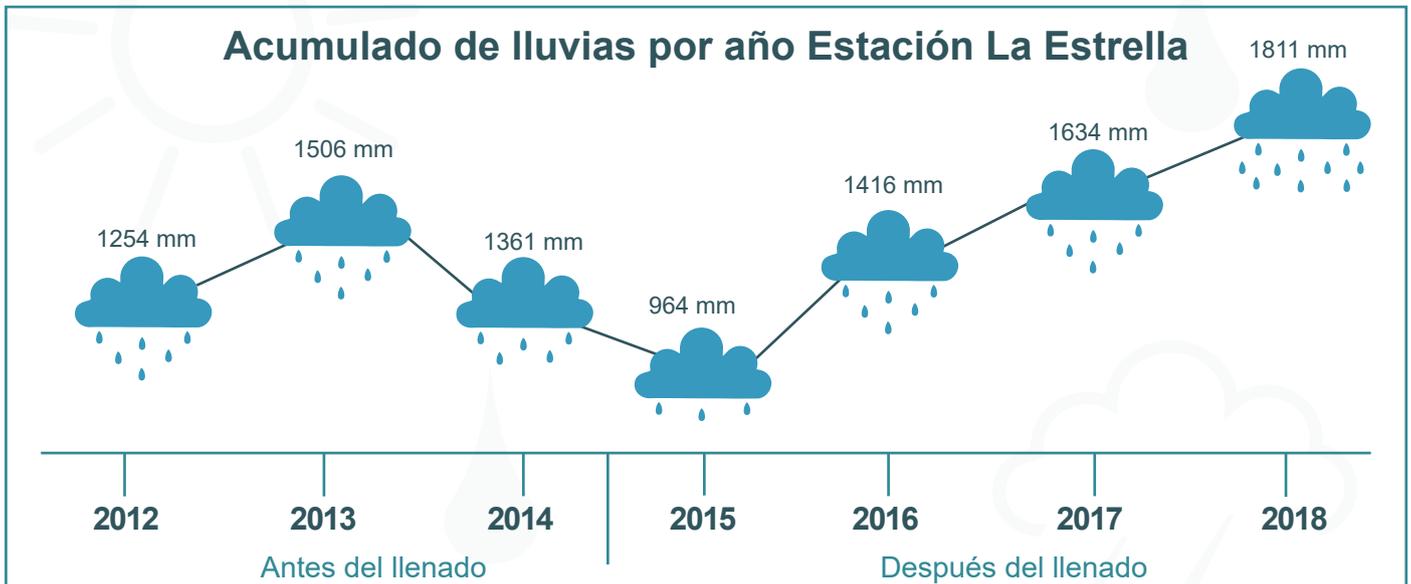
Contrario a esto, en el 2018 la media anual de humedad fue de 73,9%, siendo el valor más bajo de todo el monitoreo. Es importante exponer que para esta estación, los rangos en que ha variado la media anual de humedad relativa han sido entre 73 y 79%.

Para el 2018, en febrero se registró el valor más bajo de humedad, con un 62,4% de humedad, asociado a las altas temperaturas de este mes.

Por otra parte, en mayo se alcanzó una media mensual de 78,7%, siendo el valor más alto del primer semestre. Para el segundo semestre, durante octubre y noviembre, la humedad estuvo cercana al 79%, asociada a las lluvias presentes en estos meses.

Estación La Estrella

Lluvias



En la estación La Estrella, el acumulado de lluvias anuales ha estado entre los 964 y los 1811 mm.

La cantidad de lluvias varía de un año a otro, en un rango determinado; por ejemplo en los años donde no se presentan fenómenos de variabilidad climática (“El Niño” y “La Niña”) se espera que para la zona de la Estrella, precipiten entre 1200 y 1600 mm al año aproximadamente, como ocurrió en 2012, 2013, 2014, 2016 y 2017.

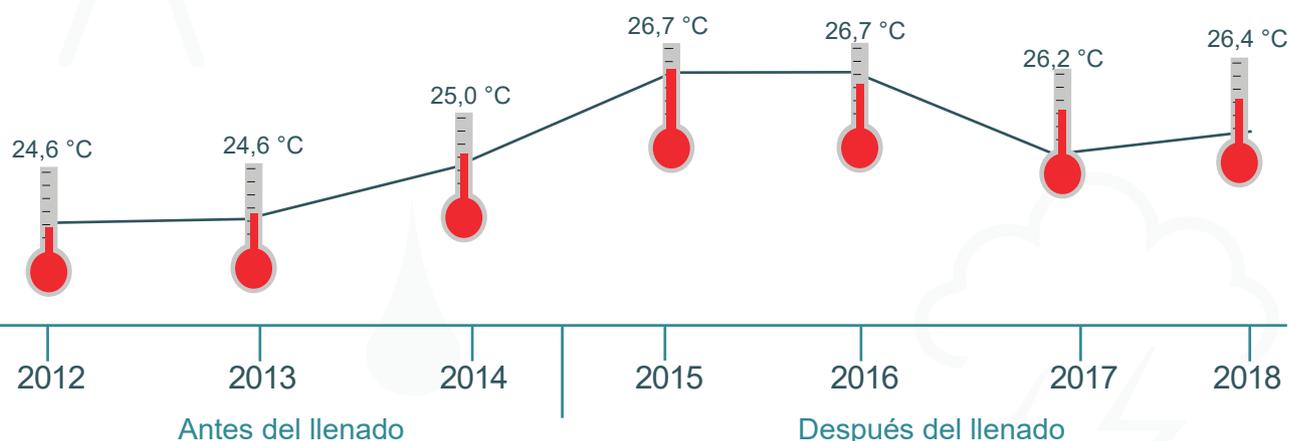
El 2018 fue el año con el mayor acumulado de lluvias anuales, alcanzando los 1811 mm. Se destacan los meses de mayo y octubre por presentar los mayores acumulados de lluvias mensuales, alcanzando valores de 273 y 518 mm, respectivamente.

En octubre de 2018, se registró el mayor valor acumulado de lluvias en lo que va de monitoreo con 518 mm. Por otra parte, diciembre y febrero fueron los meses más secos de todo el año alcanzando 1 y 46 mm de lluvias respectivamente.

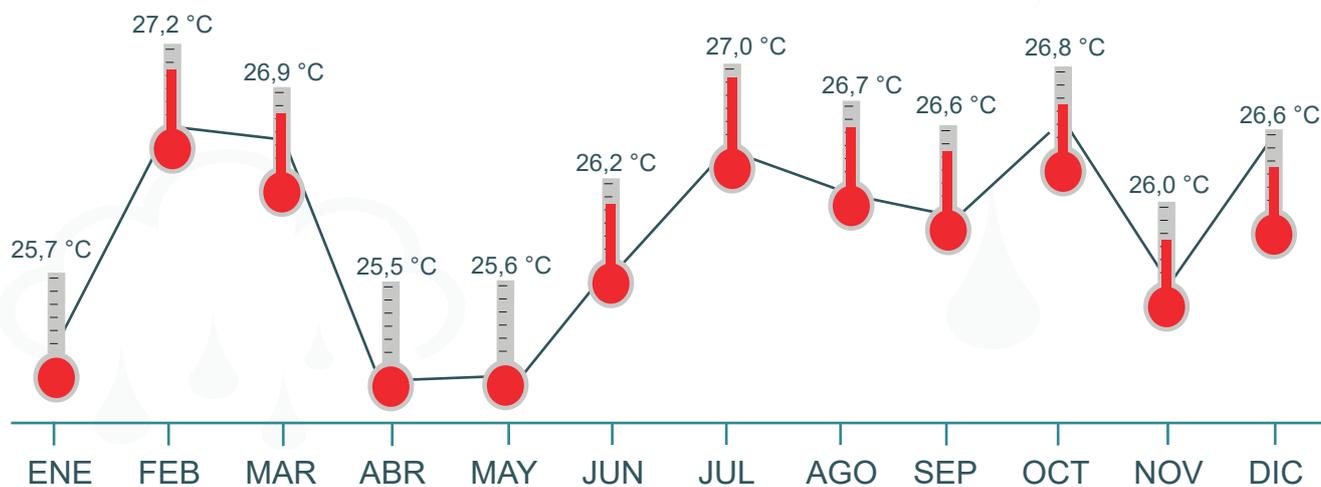
Estación La Estrella

Temperatura

Media de temperatura por año Estación La Estrella



Media de temperatura mensual Estación La Estrella 2018



En la estación La Estrella la temperatura ha sido irregular a lo largo del monitoreo. Los dos primeros años la temperatura presentó valores medios anuales bajos (24,6°C); posterior al 2013 las medias anuales han incrementado hasta alcanzar su máximo en el año 2015 y 2016 con 26,7°C.

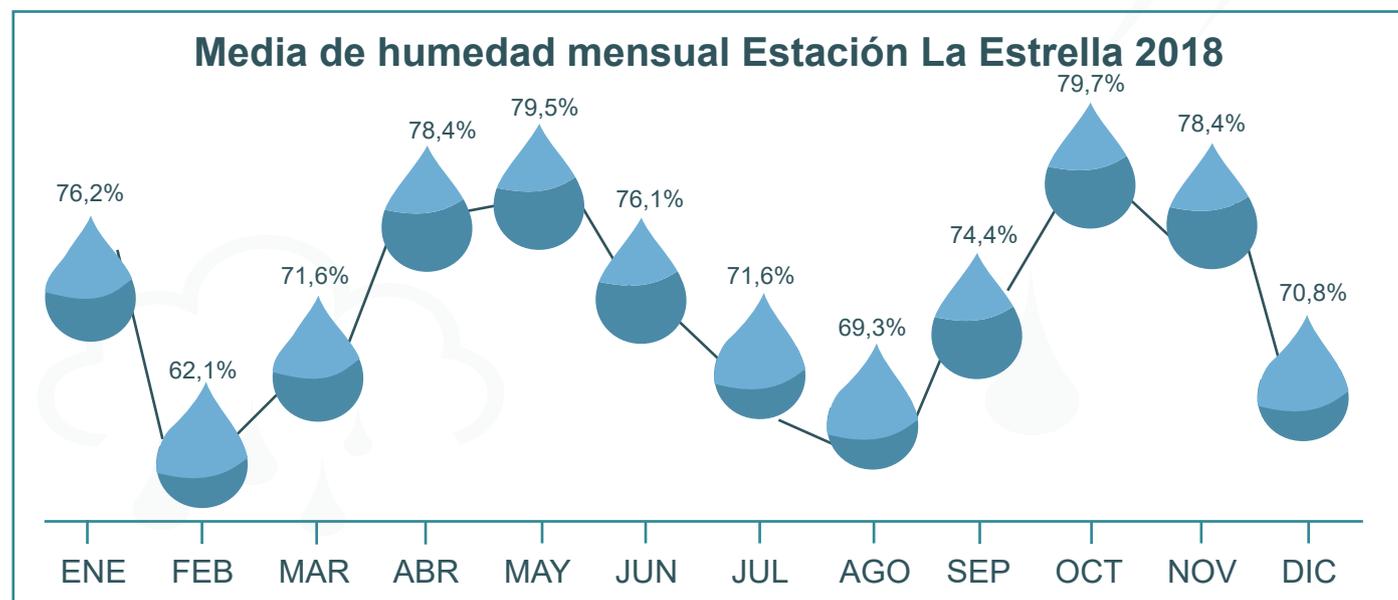
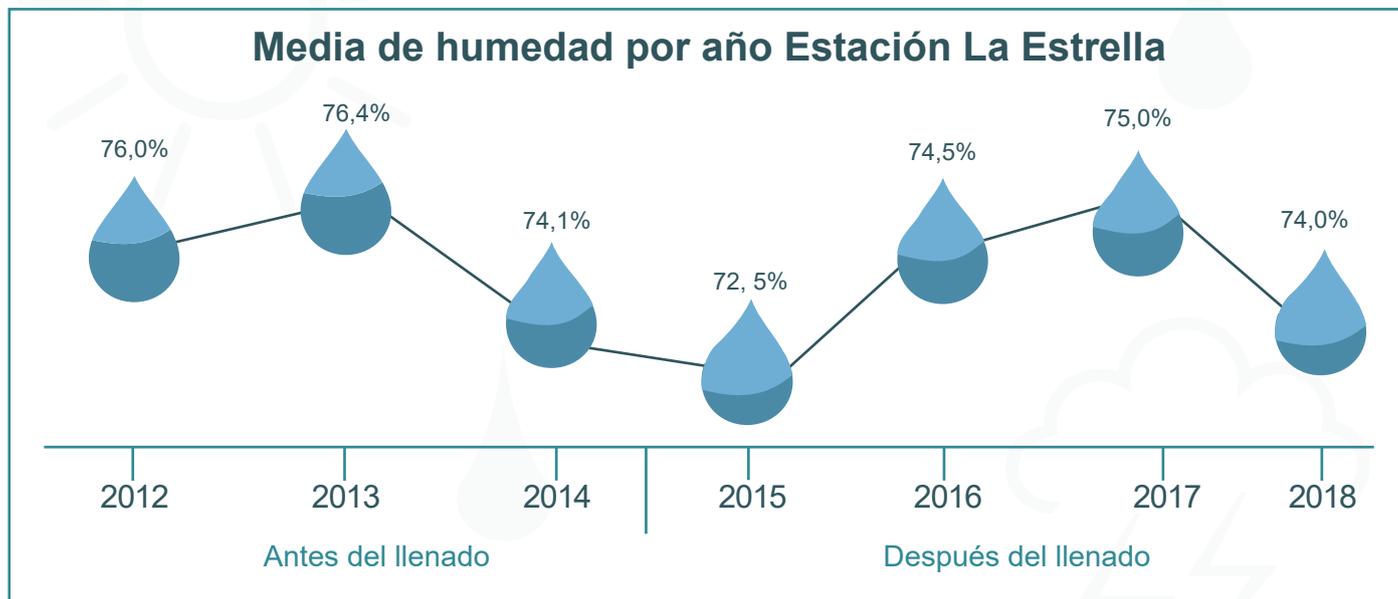
Para el 2017 y 2018, las medias anuales se han ubicado en los 26,2 y 26,4°C. En resumen la zona de La Estrella ha tenido un rango de temperatura media anual entre 24 y 26°C a lo largo del monitoreo.

Para el 2018, la media anual de temperatura fue de 26,4°C. El mes de mayor temperatura para el primer semestre fue febrero con 27,2°C; durante los meses de abril y mayo (meses de altas lluvias), se registraron valores de 25,5 y 25,6°C, siendo los más bajos de este semestre.

Para el segundo semestre, el valor más bajo se registró en noviembre con 26°C, asociado nuevamente a las lluvias.

Estación La Estrella

Humedad



El año 2015 registró la media anual de humedad relativa más baja, con un valor de 72,5%. Este valor es consecuencia de las altas temperaturas por el fenómeno de “El Niño” presenciado durante ese año.

Para la zona de La Estrella el promedio anual de la humedad relativa durante el monitoreo ha estado en un rango entre el 72% y el 76%. Para 2018, el promedio anual fue de 74%.

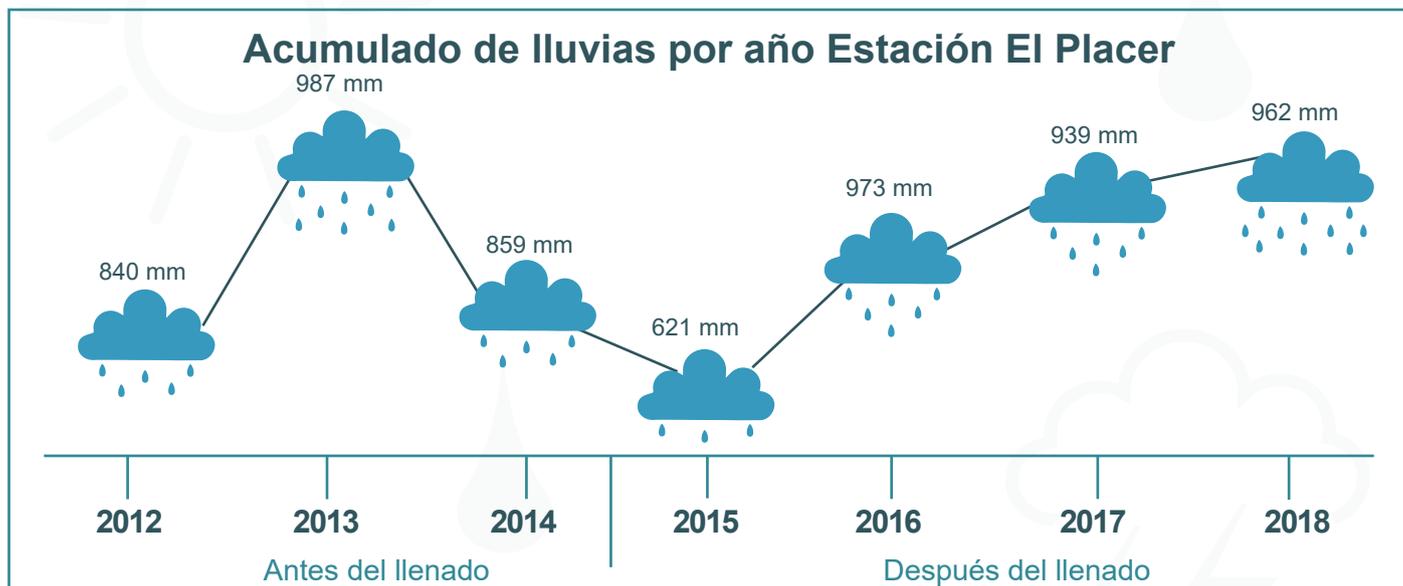
El mes de febrero, presenta el valor medio mensual más bajo de año con un 62,1%, relacionado fuertemente con las altas temperaturas registradas en este mes.

Por otra parte, en meses como abril (78,4%), mayo (79,5%), octubre (79,7%) y noviembre (78,4%), la humedad mensual media fue la más alta del año debido a las lluvias presentadas para estas épocas.

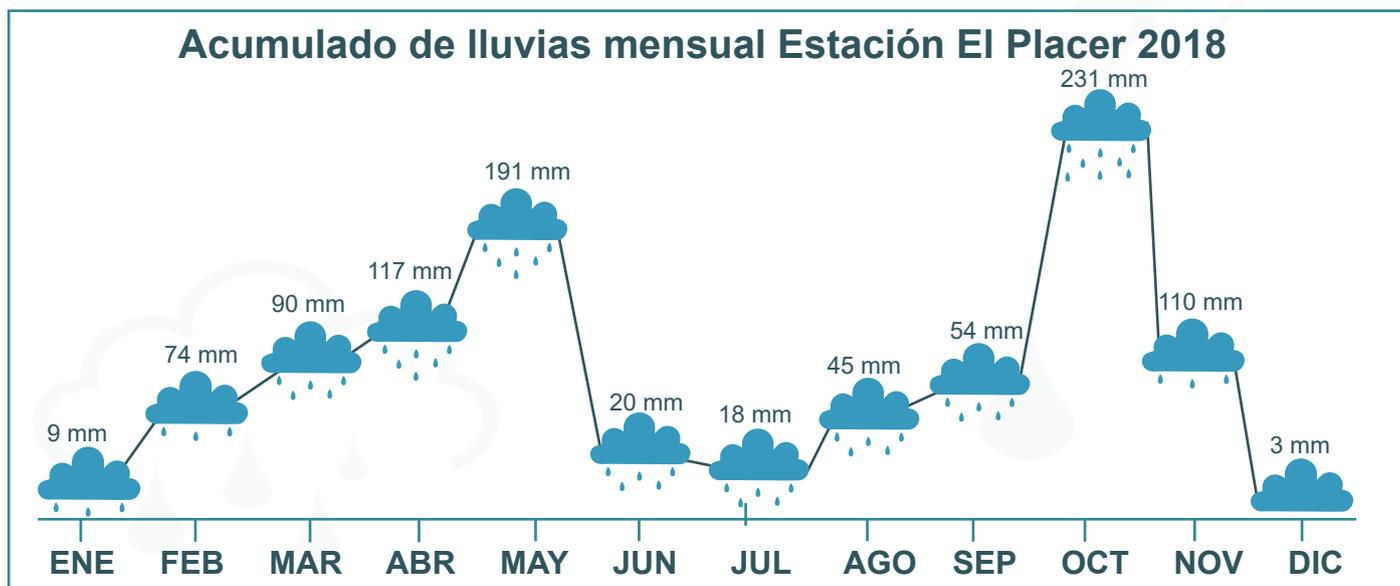
Estación El Placer

Lluvias

Acumulado de lluvias por año Estación El Placer



Acumulado de lluvias mensual Estación El Placer 2018



En la estación El Placer, el acumulado anual de lluvias ha estado entre 600 y 1000 mm a lo largo de los siete años de estudio.

En el año 2015 se registraron los menores valores acumulados con 621 mm.; los años 2013 (987 mm) y 2016 (973 mm) presentaron los mayores acumulados.

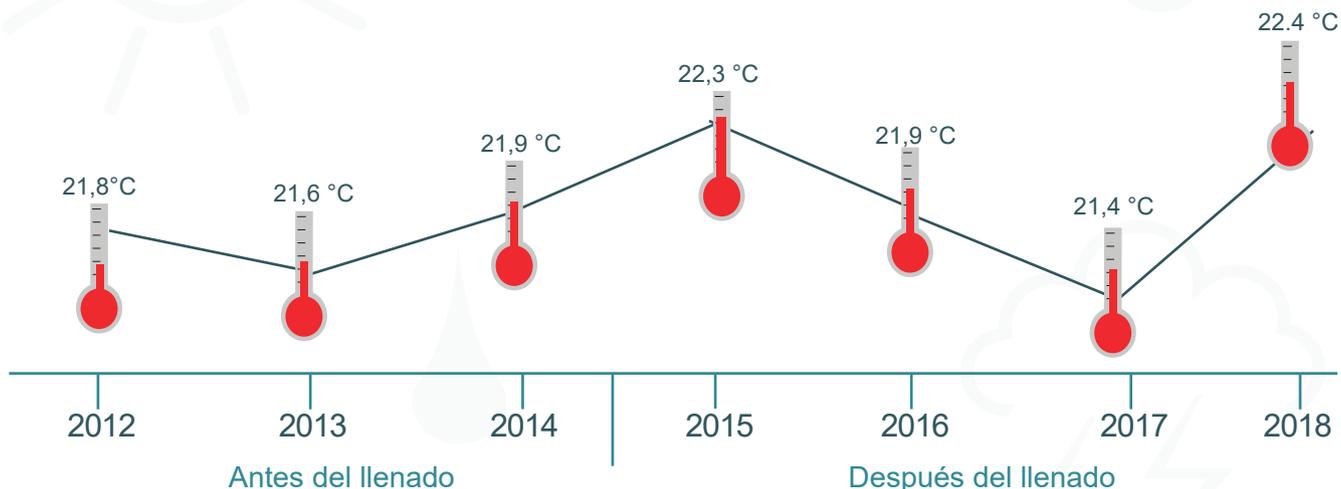
Es evidente que para esta zona los fenómenos de variabilidad climática como “El Niño” poseen implicaciones significativas.

Durante el 2018 se evidenciaron dos fuertes picos de lluvias: el primero entre abril (117 mm) y mayo (191 mm) y el segundo entre octubre (231 mm) y noviembre (110 mm). Caso contrario los meses de enero (9 mm) y diciembre (1 mm) fueron los más secos del año.

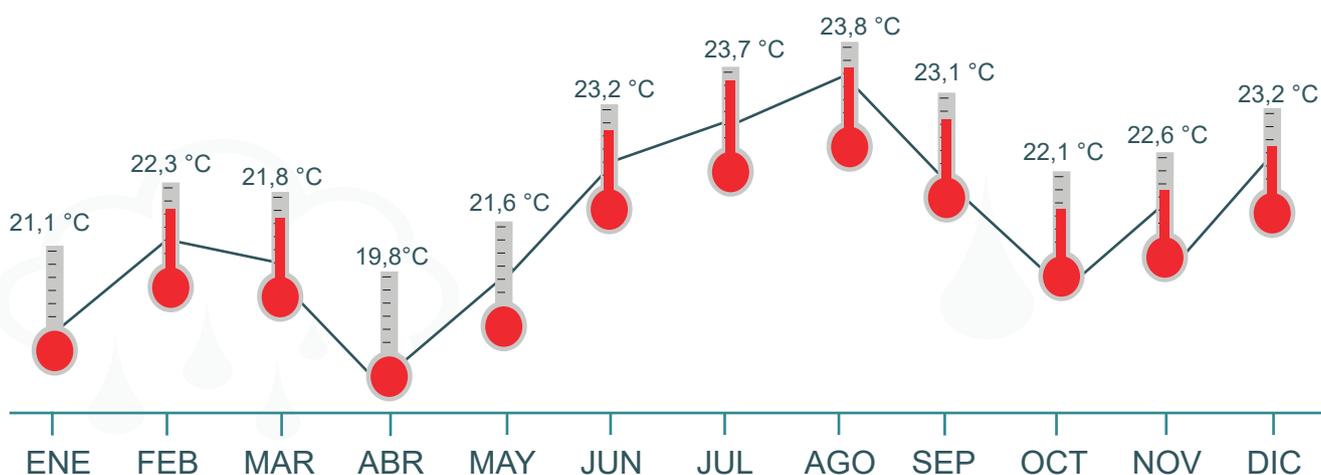
Estación El Placer

Temperatura

Media de temperatura por año Estación El Placer



Media de temperatura mensual Estación El Placer 2018



La media anual de la temperatura en la estación El Placer a lo largo del monitoreo ha estado entre los 21, y los 23 °C aproximadamente.

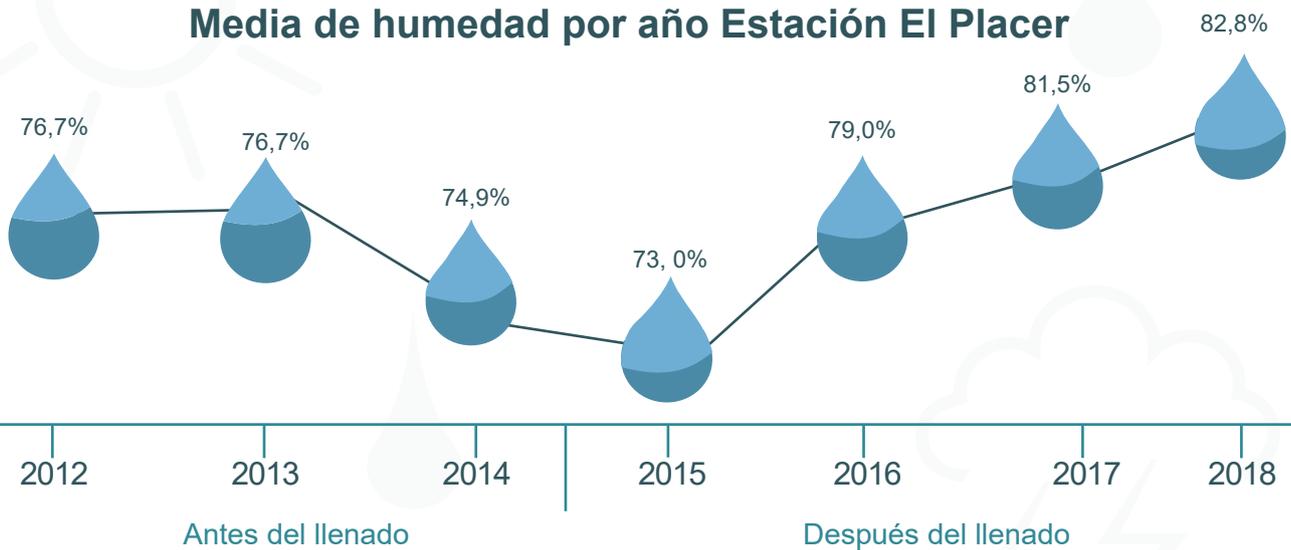
El 2018 se ha evidenciado como el año con la media anual más elevada con 22,4°C, seguido del 2015 con un valor de 22,3°C.

Durante el 2018, la temperatura más alta se registró en agosto con un valor medio de 23,8°C, mientras que las más bajas se observaron en el transcurso del mes de abril con un registro medio de 19,8 °C.

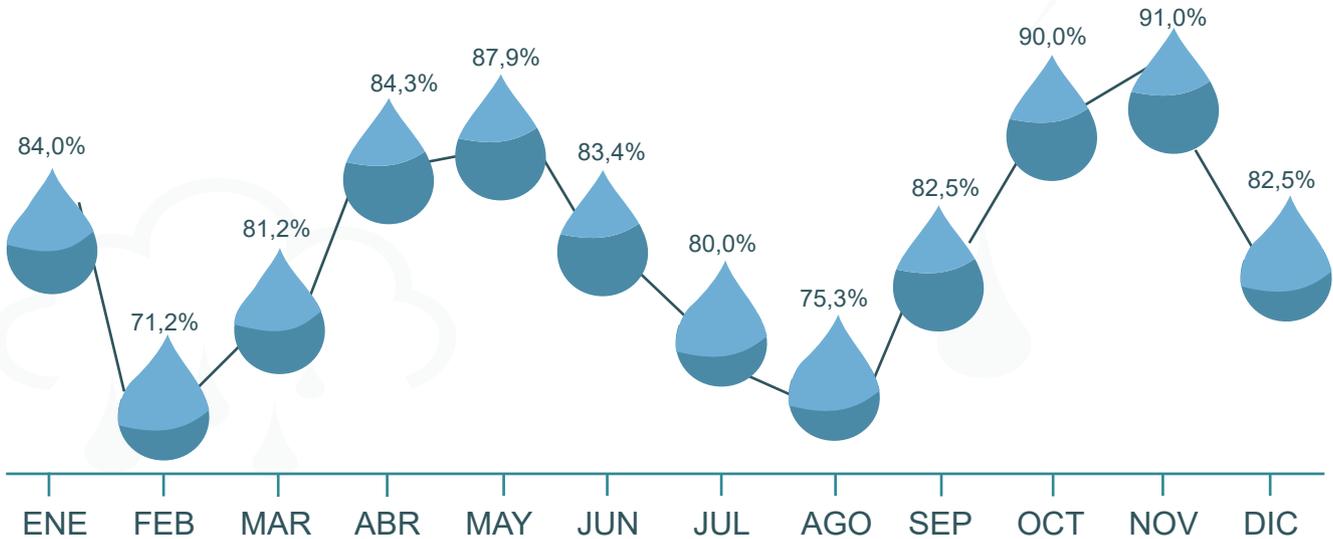
Estación El Placer

Humedad

Media de humedad por año Estación El Placer



Media de humedad mensual Estación El Placer 2018



En la estación El Placer, a lo largo del periodo estudiado, se ha registrado un rango de humedad relativa media anual entre 73 y 83% aproximadamente.

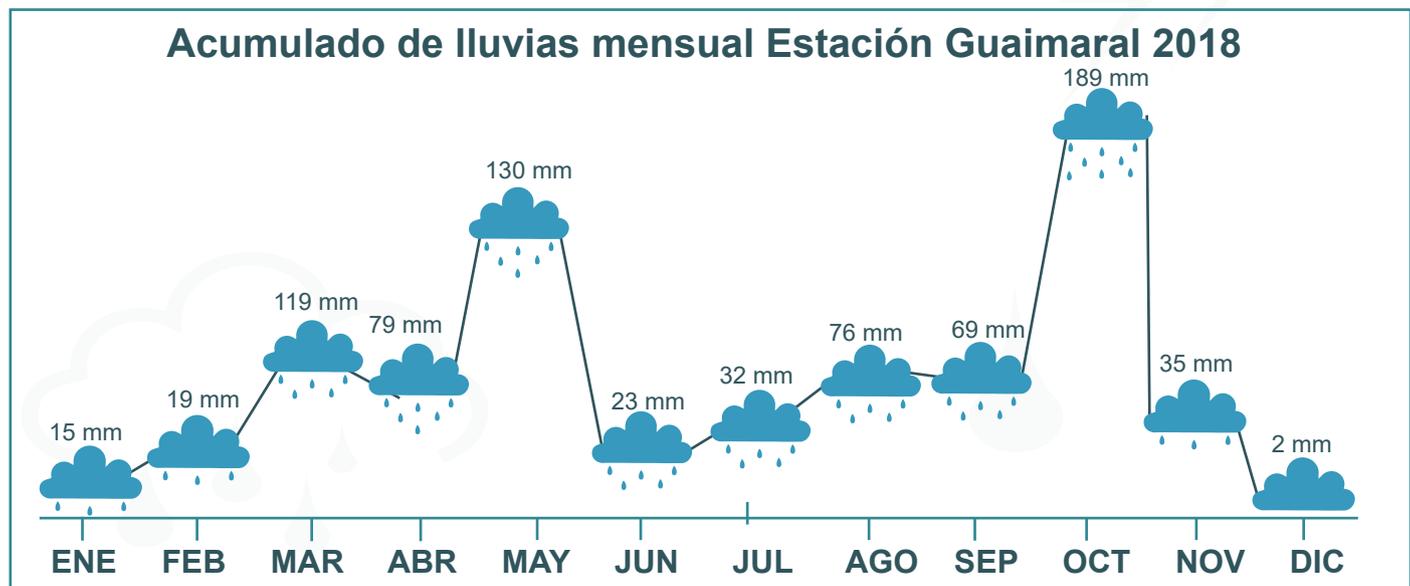
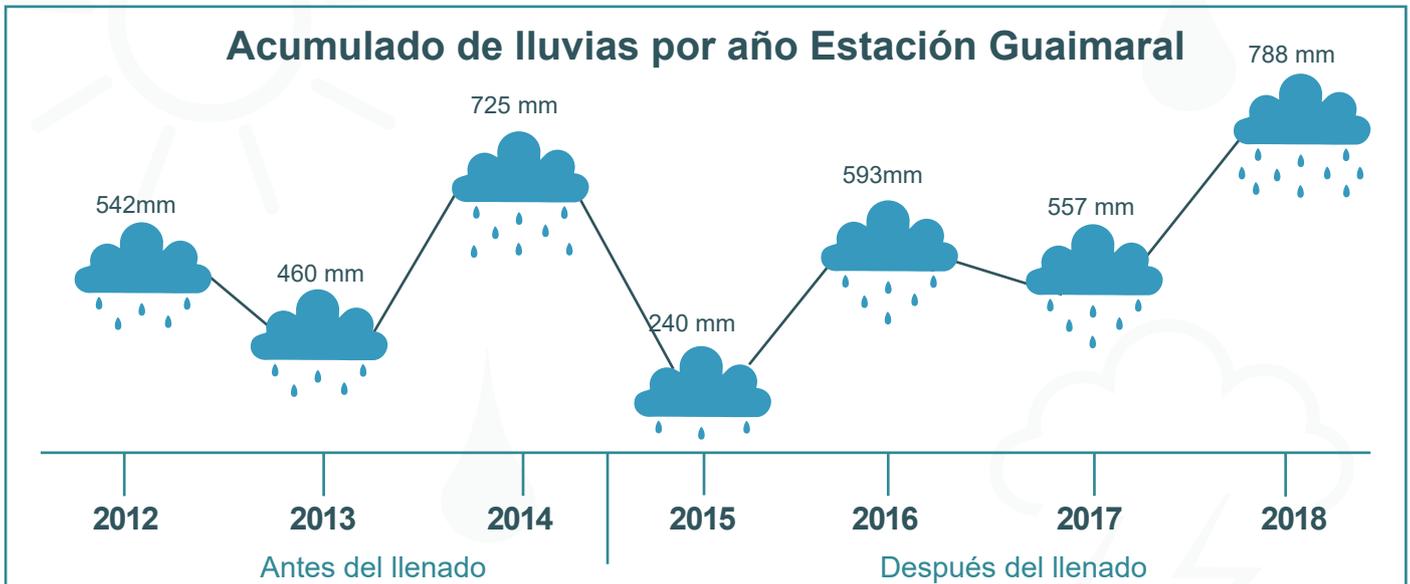
El año 2018, ha sido el que presentó la media anual de humedad más elevada alcanzando un valor del 82.8%, seguido por el año 2017, con un valor de 81,5%. El año de menor humedad fue el 2015 con 73%.

En el transcurso del 2018, febrero presentó el valor medio más bajo de humedad, con un 71,2%.

Contrario a ello, durante los meses de octubre y noviembre el valor medio de humedad alcanzó un registro de 90% y 91%, debido a las precipitaciones presentes en la zona para esa fecha.

Estación Guaimaral

Lluvias



El acumulado de lluvias anuales en la estación Guaimaral ha estado entre los 240 mm y los 788 mm en los siete años de registros de datos.

El año más seco fue el 2015, con un acumulado de 240 mm; es de anotar que para este año se presentó el Fenómeno de “El Niño” en la zona Andina colombiana. Caso contrario, el 2018 fue el año en el que se registró el mayor acumulado de lluvias con 788mm.

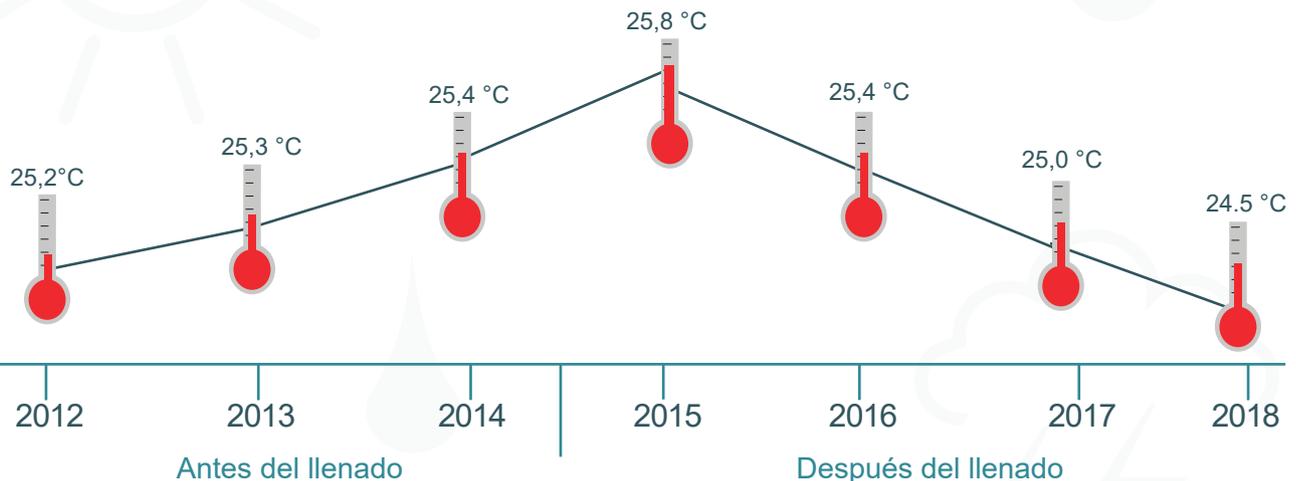
La distribución de las lluvias a lo largo de 2018, evidenció que para el primer semestre el mes más seco fue enero (con 15 mm) y el de mayores lluvias fue mayo (con 130 mm).

Durante el segundo semestre, el mes de más lluvias fue octubre con 189 mm, mientras que el más seco fue diciembre con tan solo dos mm.

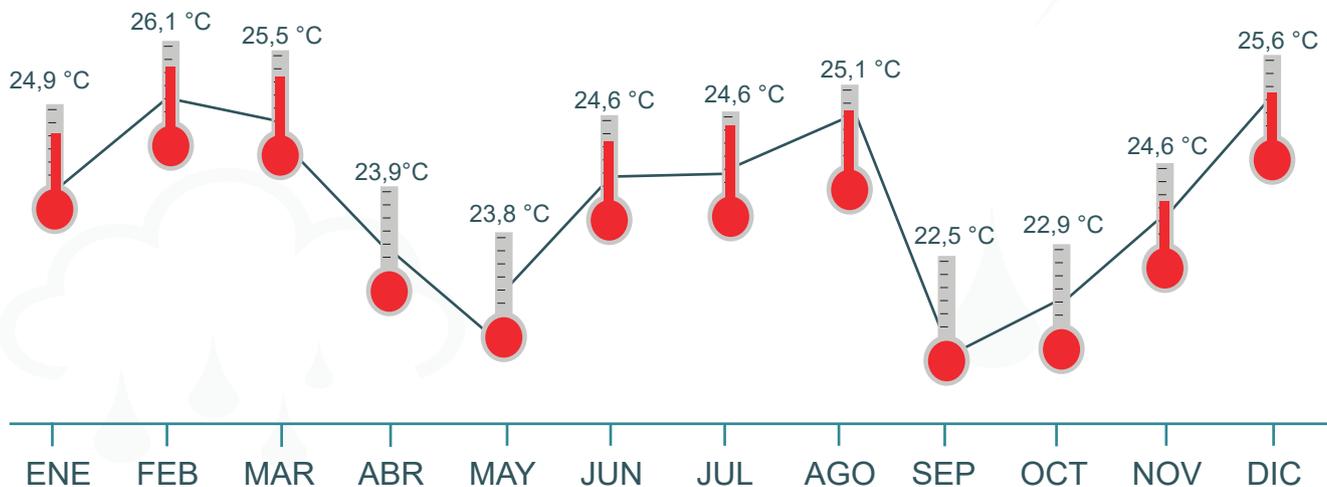
Estación Guaimaral

Temperatura

Media de temperatura por año Estación Guaimaral



Media de temperatura mensual Estación Guaimaral 2018



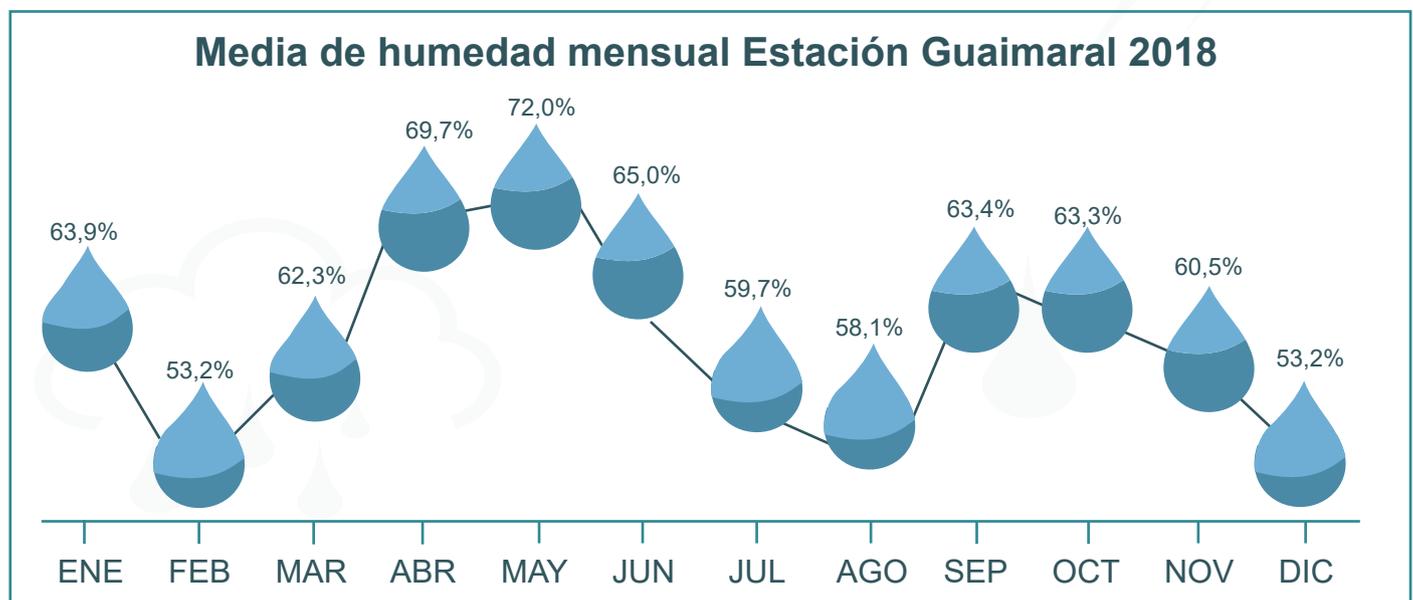
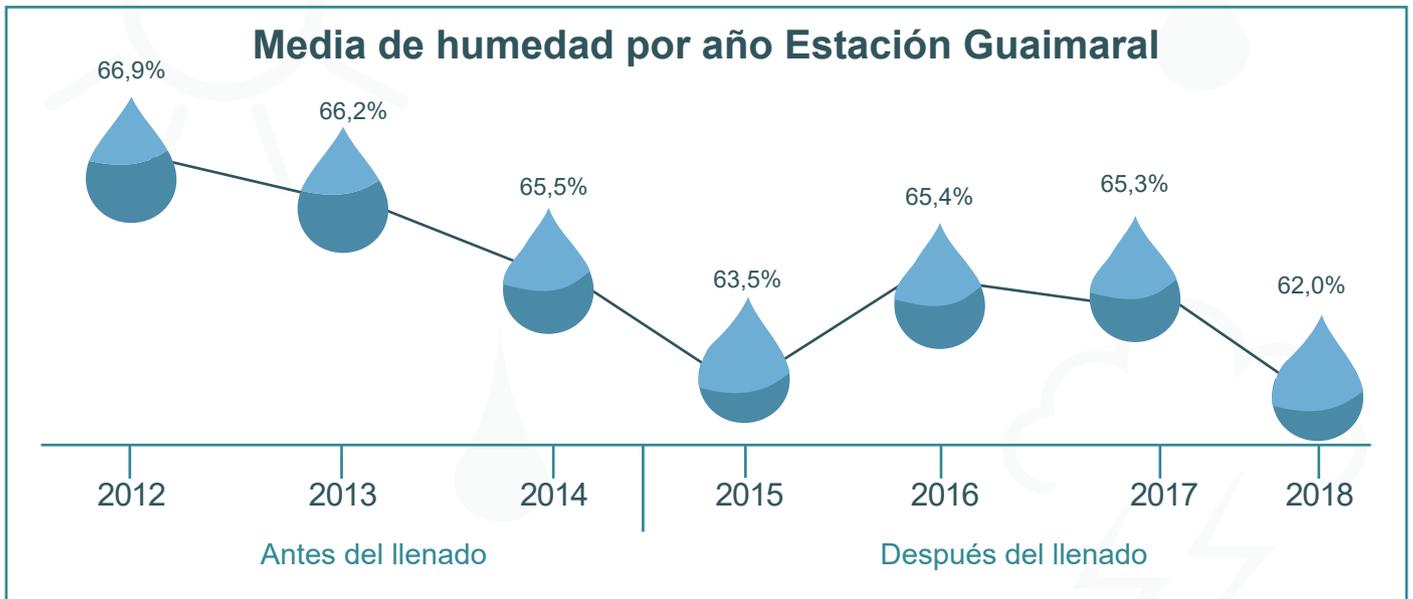
La media anual de la temperatura en la estación Guaimaral, ha estado entre los 24 y los 26°C a lo largo del periodo de estudio.

El año más cálido fue el 2015 (25,8°C) debido al Fenómeno de “El Niño” presente en la zona andina colombiana. El año con menor temperatura media fue el 2018 con 24,5°C.

En el 2018, febrero presentó la temperatura más alta con un valor de 26,1°C; mientras que los meses de septiembre y octubre presentaron los valores más bajos con 22,5 y 22,9°C.

Estación Guaimaral

Humedad



A lo largo de los siete años de estudio, la estación Guaimaral ha presentado un rango de humedad relativa media anual entre 62 y 67%.

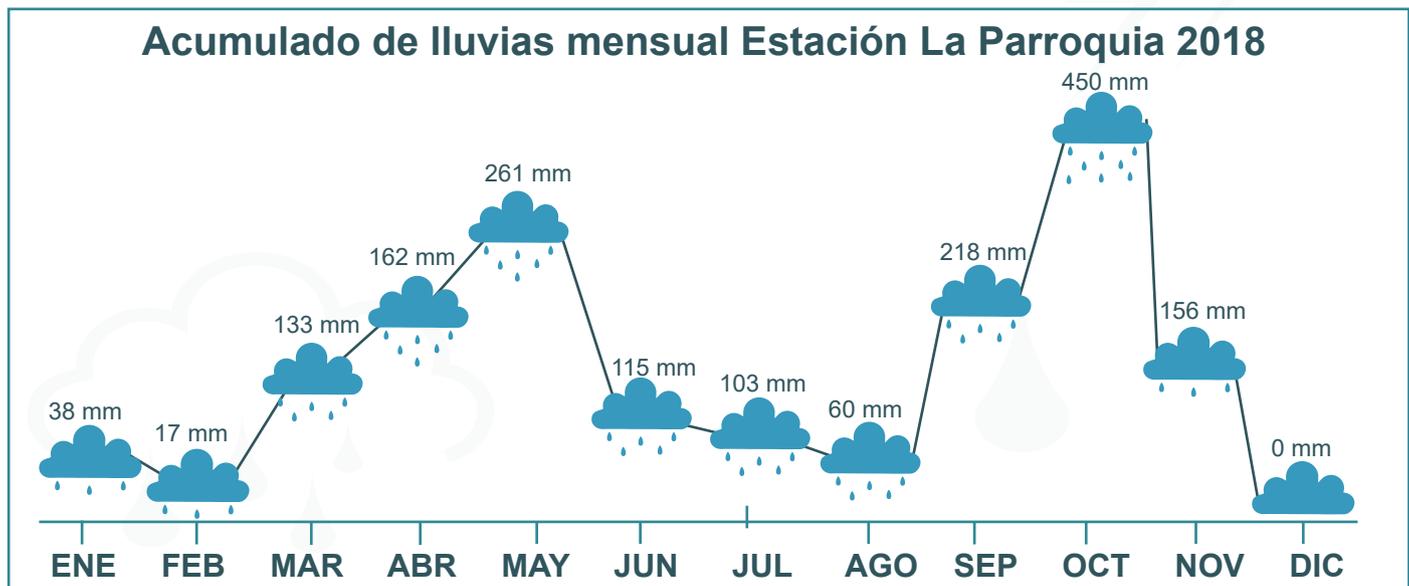
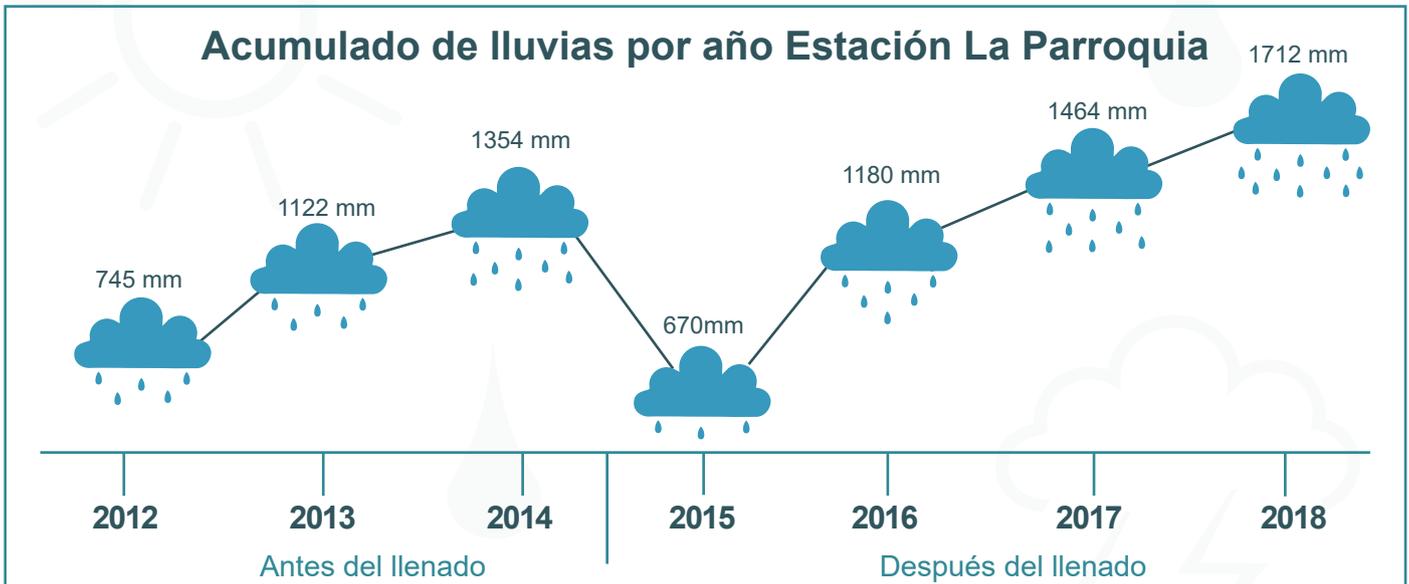
El año 2012 fue el periodo con mayor media anual de humedad relativa con 66,9%. Los valores más bajos se presentaron en el 2018 con un 62% seguido por el 2015 con un 63,5%.

En el transcurso del 2018, tanto febrero como diciembre arrojaron un valor medio mensual de 53,2% de humedad, siendo el más bajo del año.

En contraparte en el mes de mayo se exhibió una media mensual de 72% ubicándose como el valor más alto de este año.

Estación La Parroquia

Lluvias



En la estación La Parroquia, la media anual de lluvias en el periodo investigado estuvo entre 670 y 1712 mm.

El año con menos lluvias fue el 2015 con 670 mm; periodo el que se presentó el fenómeno de “El Niño” en área andina colombiana. A su vez el año con el mayor acumulado en las precipitaciones fue 2018 con un total de 1712 mm.

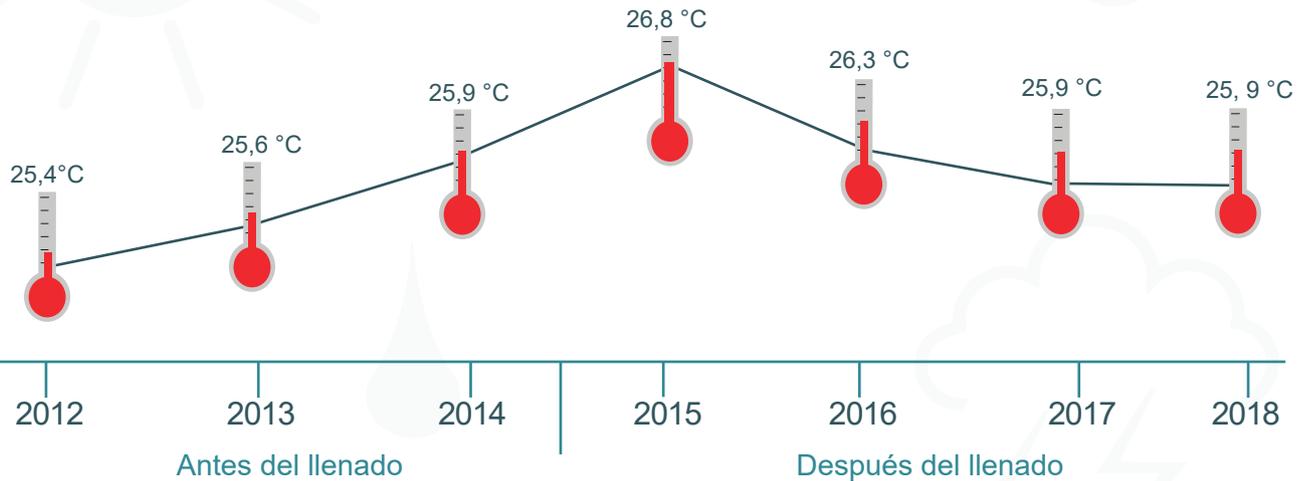
Durante el 2018 se evidenciaron dos picos de lluvia: el primer entre los meses de marzo (133 mm), abril (162 mm) y mayo (261 mm); el segundo, entre los meses de septiembre (218mm), octubre (450 mm) y noviembre (156 mm).

El mes de mayores lluvias fue octubre, con un total de 450 mm; mientras que el mes más seco fue diciembre en el cual no se registraron precipitaciones.

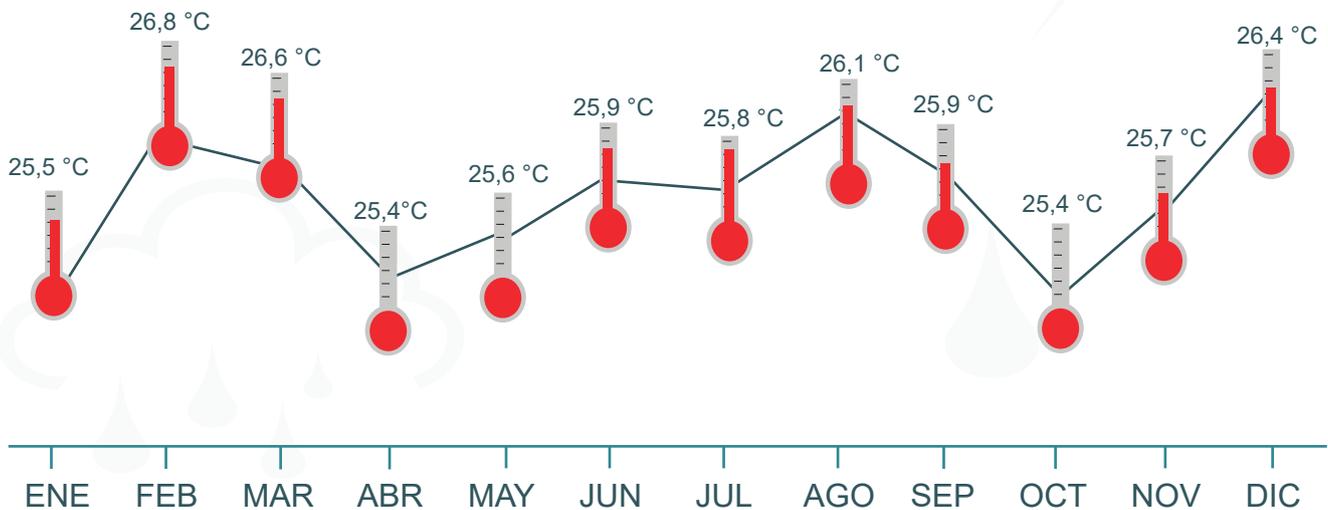
Estación La Parroquia

Temperatura

Media de temperatura por año Estación La Parroquia



Media de temperatura mensual Estación La Parroquia 2018



La temperatura en la estación La Parroquia, ha presentado un rango de su media anual entre 25°C y 27°C aproximadamente.

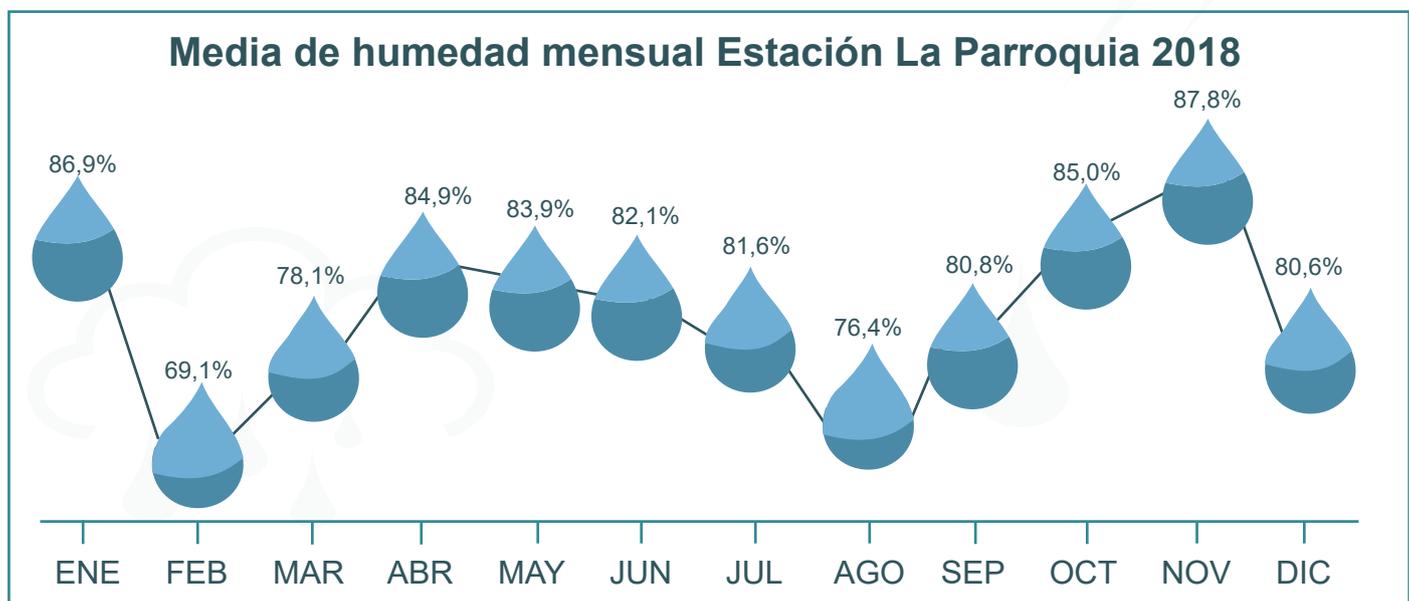
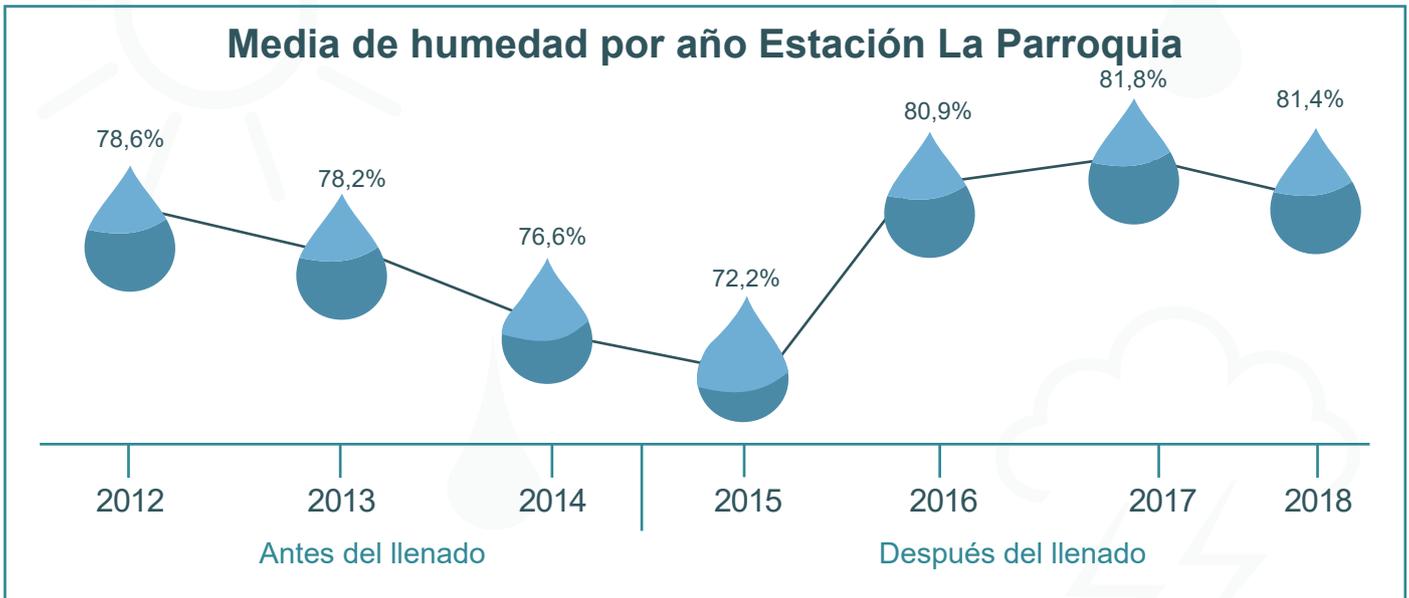
El año 2015 ha sido el más caliente con una media anual de 26,8°C. Caso contrario, el año con menor media anual ha sido el 2012 con 25,4°C.

Para el 2018, la media anual de temperatura fue de 25,9°C. El mes más caliente fue febrero, con un valor de 26,8°C.

Durante abril y octubre se registraron los valores más bajos del año, con 25,4°C, dado a que en estos meses se presentaron lluvias en la zona.

Estación La Parroquia

Humedad



Durante el proyecto, la media anual de humedad relativa que se ha registrado en La Parroquia, ha estado ente 72% y 82% aproximadamente.

El año 2015 registró el menor valor de media anual de humedad, con un registro de 72,2%, esto se asocia con los altos valores de temperatura presentados en este año.

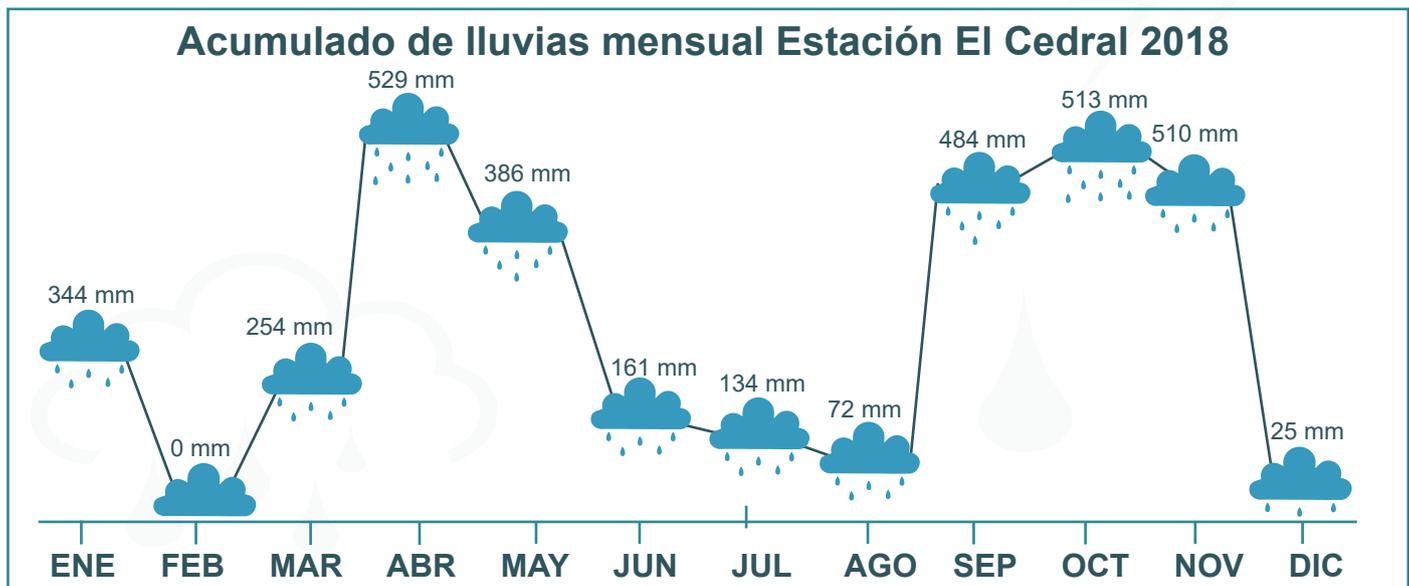
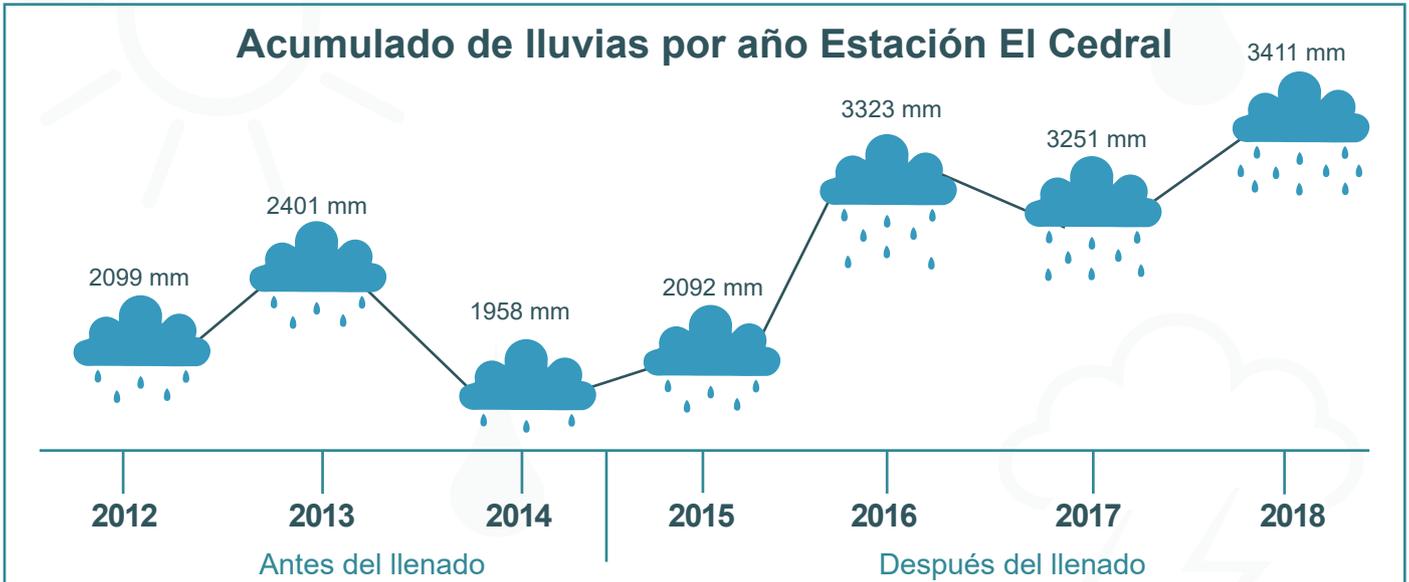
El año con la humedad relativa media más alta fue el 2017 con 81,9%.

En el 2018 el promedio anual de humedad fue del 81,4%. El valor más bajo se dio en febrero, con un 69,1%, ligado a las altas temperaturas en este mes.

La humedad más alta se presentó en noviembre, con un valor de 87,8% asociado a las lluvias presentes en la zona en ese periodo.

Estación El Cedral

Lluvias



A diferencia de las demás estaciones, El Cedral es la única unidad de monitoreo que se encuentra aguas abajo de la zona de estudio.

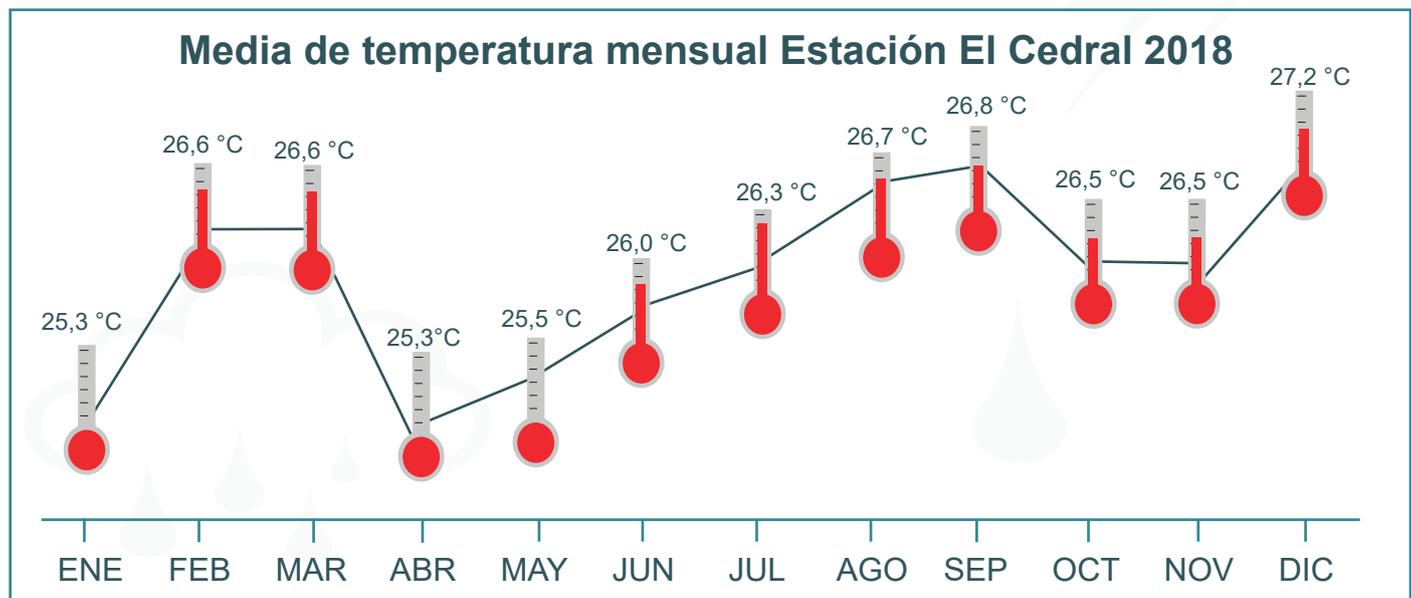
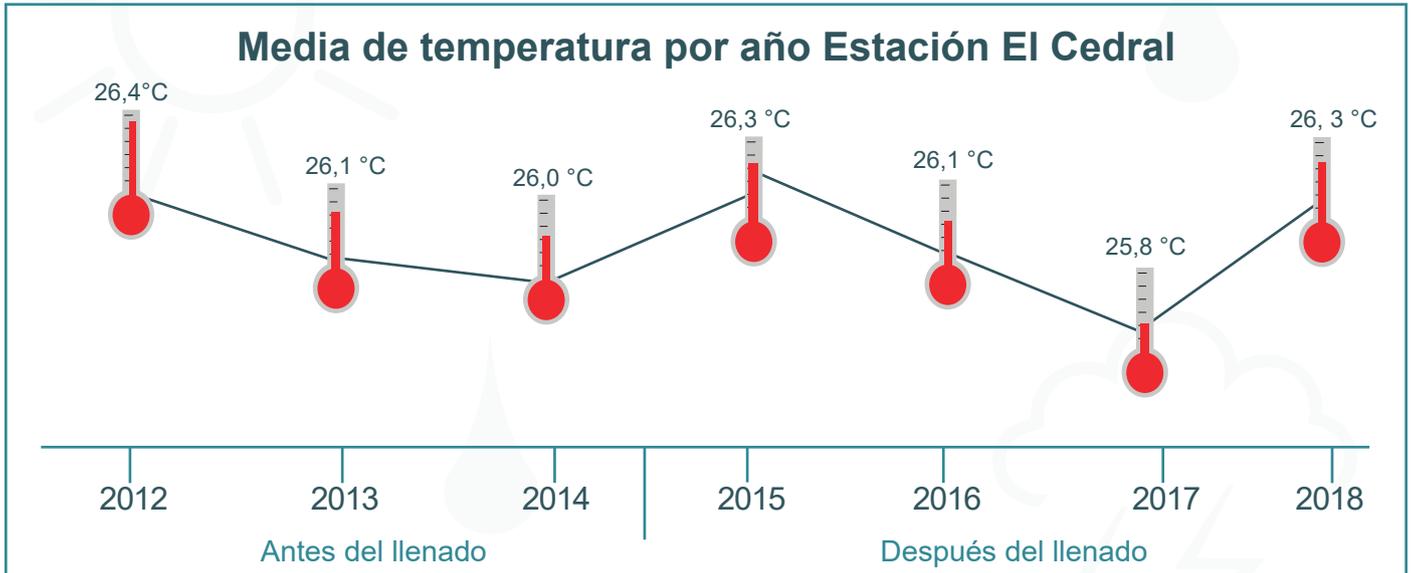
En la estación, durante todo el periodo estudiado, el rango acumulado anual de lluvias está entre 2000 y 3500 mm. El año de menores precipitaciones fue el 2014, con un total de 1958 mm. El 2018 por su parte ha sido el año con el mayor registro de lluvias con 3411 mm.

Para el 2018, en el primer semestre se presentaron registros altos en el acumulado mensual en enero (344 mm), marzo (254 mm), abril (529 mm) y mayo (386 mm); en el mes de febrero la estación no reportó precipitaciones.

Para el segundo semestre el pico de lluvias se dio entre septiembre (484 mm), octubre (513 mm) y noviembre (510 mm); en diciembre las precipitaciones descendieron a 25 mm.

Estación El Cedral

Temperatura



La temperatura de El Cedral, ha presentado un rango medio anual entre 25 y 27°C durante los años de estudio.

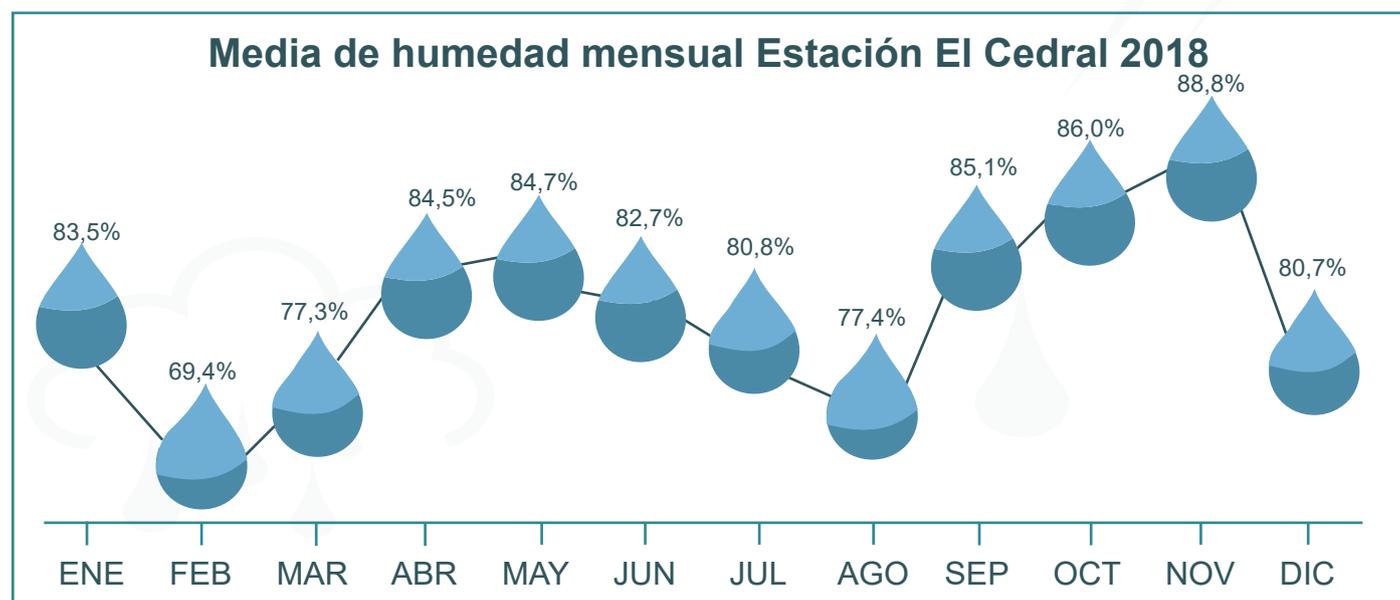
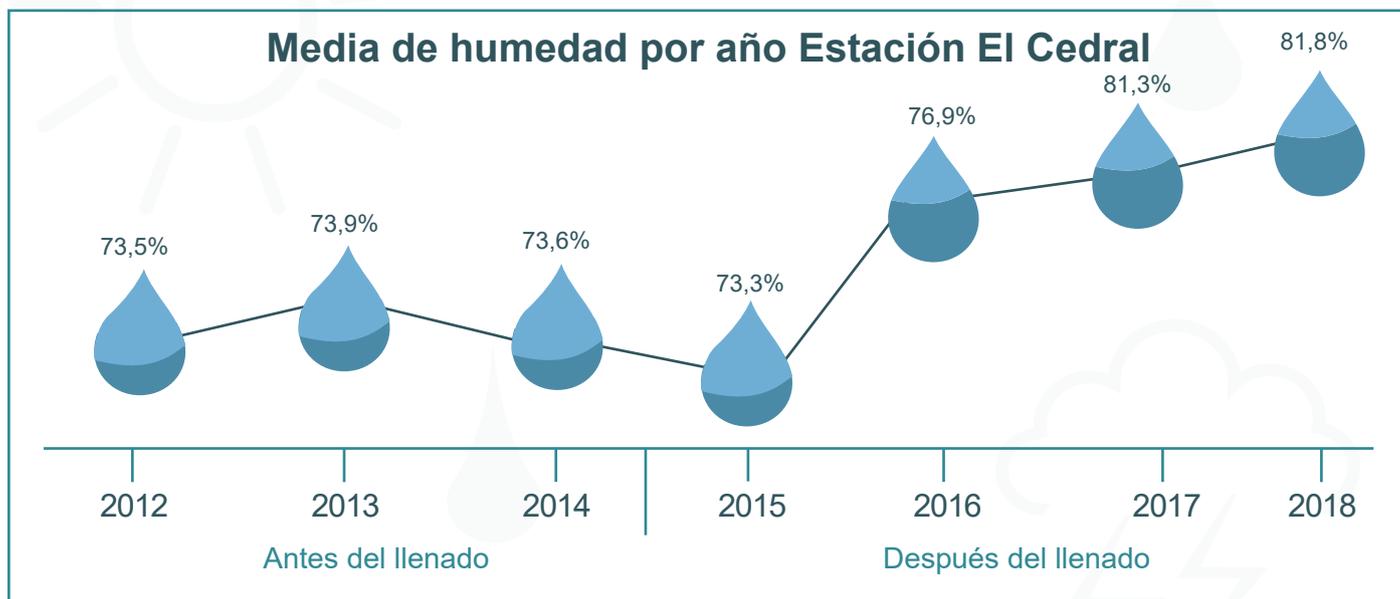
El año más caliente ha sido el 2012, con una temperatura de 26,4°C. Sin embargo, en el 2015 y 2018 la temperatura media se ubicó en 26,3°C. La temperatura más baja durante el monitoreo se dio en el 2017 con 25,8°C.

En el 2018, el primer semestre registró que los meses más cálidos fueron febrero y marzo con un valor medio mensual de 26,6°C.

Para el segundo semestre la temperatura más alta se registró en diciembre con un valor medio de 27,2°C.

Estación El Cedral

Humedad



En el transcurso de los años de estudio, el 2015 fue el que reportó el menor registro medio de humedad relativa con un valor de 73,3%.

El valor medio anual más alto fue 81,8% en el 2018. El rango del valor medio anual de la humedad relativa en la estación ha estado entre 73 y 82%.

Para el 2018, el menor valor de humedad se

encontró en febrero (69,4%), asociado a las altas temperaturas de este mes.

Durante el primer semestre de 2018, los meses de abril (84,5%) y mayo (84,7%), presentaron los mayores valores medios de humedad.

En el segundo semestre, en octubre y noviembre, la humedad relativa media alcanzó 86% y 88,8% respectivamente.

Capítulo 3: Monitoreo climático participativo



¿Qué es el monitoreo climático participativo?

Es una estrategia de interacción comunitaria para el registro de datos meteorológicos. En esta actividad, las **personas de la comunidad**, de manera voluntaria, se encargan de recolectar información relacionada con el comportamiento del clima, tales como temperatura, humedad relativa y precipitaciones.

Esta actividad se viene implementando desde el año **2013** y hace parte de las estrategias que contempla el programa de monitoreo climático.

¿Qué instrumentos se utilizan?

1



Termohigrómetro

El **termohigrómetro** permite medir la temperatura (°C) y la humedad relativa del ambiente (%).

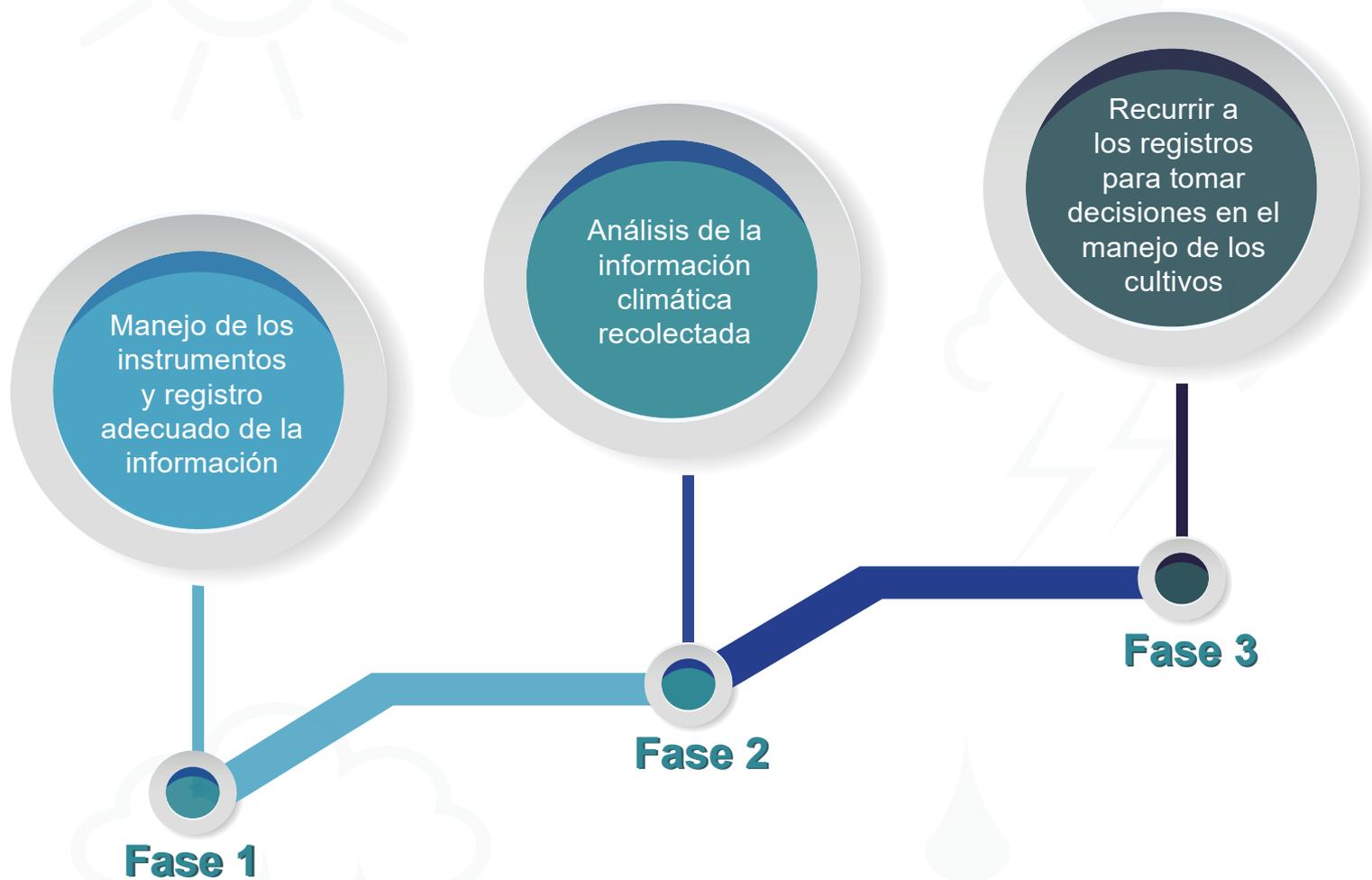
2



Pluviómetro

El **pluviómetro** permite medir la cantidad de lluvias que caen (mm). 1 mm registrado en el pluviómetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado.

¿Cuáles son las fases del monitoreo desarrollado por la comunidad?



Fase complementaria

En esta fase se seleccionaron algunos productores con iniciativa para la investigación y se sugirió graficar mensualmente los resultados obtenidos del monitoreo.

El objetivo de este ejercicio es profundizar en los análisis del comportamiento de las variables, a lo largo del año.

¿Quiénes hacen parte del monitoreo?

Productores

Fase 1

Propietario	Nombre de la finca	Municipio	Vereda
Omaira Morales	Lote 4	San Vicente	Cantarranas I
Mauricio Centeno	San Isidro	San Vicente	Cantarranas I
Campo Elías	La Curva	San Vicente	Litoral
Ricardo Peñaloza	Santa Lucía	San Vicente	Santa Inés
Marcos Izaquita	Las Marías	San Vicente	Santa Inés
Jaime Chávez	La Esperanza	San Vicente	Los Medios
Gilberto Mejía	El Cedro	San Vicente	Los Medios
Ismenia Prada	El Papay	San Vicente	Los Medios
Felipe Cárdenas	Santa Michel	San Vicente	Los Medios
Graciela León	Los Cocos	San Vicente	Cantagallos
José Jiménez	Honduras	San Vicente	Los Medios
Gloria Peñaranda	El Portal	Zapatoca	La Plazuela
Teresa Pedraza	El Portal	Zapatoca	La Plazuela

Fase 2

Propietario	Nombre de la finca	Municipio	Vereda
Benilda Gómez	El Silencio	Betulia	Sogamoso
Leidy García	Villa Virginia	Betulia	Sogamoso
Expedito Gómez	El Silencio	Betulia	Peña Morada
Benito Ardila	El Naranjito	Zapatoca	Belmonte
Francisco Pinzón	Miraflores	San Vicente	Barro Amarillo
Marina Martínez	Campo Alegre	San Vicente	Cantarranas I
Martha Duarte	Los Medios	San Vicente	Cantagallos
Luz Amado	Los Medios	San Vicente	Santa Inés
Alberto Duarte	El Porvenir	San Vicente	Mérida
Moisés Duarte	El Diviso	San Vicente	Cantagallos
Yolando Toloza	Santa Helena	San Vicente	Cantarranas I
Yadira Hernández	Mata de Guadua	San Vicente	Santa Inés
Jorge Acevedo	La Floresta	San Vicente	Santa Inés
Maribel León	El Centro	San Vicente	Cantarranas II
Ligia Ramírez	La Circasia	San Vicente	Los Medios
Horacio Rueda	El Recreo	San Vicente	Los Medios
Mariela Parra	Villa Lucero	San Vicente	Cantarranas I
Arnulfo Parra	La Fortuna	San Vicente	Los Medios
Ludy Pedraza	La Mirla	Zapatoca	Miradores de la Plazuela
Hawey Poveda	Las Guaduas	Zapatoca	La Plazuela
Cleovaldo Gómez	La Victoria	San Vicente	La Esperanza
Alicia Solano	Los Abuelos	San Vicente	Barro Amarillo

Fase 3

Propietario	Nombre de la finca	Municipio	Vereda
Gilberto Urrea	Balcones	Betulia	Sogamoso
Omar Salamanca	La Fortuna	Betulia	Sogamoso
Luis Torres	La Esperanza	Betulia	Sogamoso
Onofre Gómez	Calarcá	Betulia	Peña Morada
Humberto Colmenares	La Arenosa	Betulia	Peña Morada
Gabriel Gómez	Pedacito de Cielo	Betulia	Peña Morada
Mauricio Gómez	Vista Hermosa	Betulia	La Armenia
Eugenio López	El Olvido	Zapatoca	La Plazuela
Maria Gil	Mata de Cacao	Zapatoca	La Plazuela
Leonardo Gonzáles	La Primavera	Zapatoca	Miradores de la Plazuela
Reinaldo Pinzón	El Regalo	Zapatoca	Miradores de la Plazuela
Hermes Rueda	El Cerro	Zapatoca	La Plazuela
Branfor Corzo	Casa de Teja	San Vicente	Barro Amarillo
Roberto León	Altamira	San Vicente	Barro Amarillo
Jaime Rincón	Balconcitos	San Vicente	Cantarranas II
Enrique Tirado	Mi Granjita	San Vicente	Cantarranas I
Jorge Hernández	Miradores	San Vicente	Cantarranas I
Néstor Salamanca	La Platanala	San Vicente	Cantarranas I
Rito Ferreira	Buenos Aires	San Vicente	Los Medios
Ezequiel Mancipe	Mata de Guadua	San Vicente	Litoral
Sandra Sarmiento	Villa San Carlos	San Vicente	Litoral
Cristóbal Reina	Buena Vista	San Vicente	Santa Inés
Gerardo Santos	Escuela Santa Inés	San Vicente	Santa Inés
Norberto Carreño	El Condór	San Vicente	Santa Inés
Jesús Rosas	La Piscina	San Vicente	La Germania
Nemo Sierra	El Platanal	Girón	Guaimaral
Yolanda Sierra	Guaimaral	Girón	Guaimaral
Jorge Sierra	La Aguada	Girón	Guaimaral

Fase 1

13

Fase 2

22

Fase 3

28

**Total:
63 productores**

¿Quiénes hacen parte del monitoreo?

Instituciones educativas

A partir del año **2017** se incluyeron en el monitoreo participativo tres Instituciones Educativas del área de influencia de la investigación. El objetivo de esta nueva estrategia, es que los estudiantes evidencien lo importante que es entender el comportamiento del clima de nuestra región.

De esta manera, por medio de instrumentos de medición, tanto estudiantes como docentes, registran su comportamiento en cada una de las instituciones. Para realizar el monitoreo se instalaron en cada colegio dos sensores: un **termohigrómetro** y un **pluviómetro**.

El termohigrómetro mide la temperatura y la humedad relativa cada hora de manera automática; el pluviómetro registra las lluvias diarias con una capacidad de almacenamiento semanal.

Los instrumentos y el análisis de los datos son realizados por los estudiantes, con el acompañamiento del personal del proyecto, pero se espera que el proceso se desarrolle de manera autónoma. La información recolectada es de la institución y se pone al servicio de las comunidades mediante **carteleras informativas**.

Instituciones educativas que hace parte del monitoreo:

Municipio	Vereda	Institución
Zapatoca	La Plazuela	Institución educativa La Plazuela
San Vicente	Los Medios	Institución educativa El Rubí
San Vicente	Palmira	Institución educativa Palmira

Resultados: Monitoreo climático participativo



Resultados monitoreo climático participativo

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el monitoreo climático participativo en tres microestaciones ubicadas en las fincas: **El Diviso**, de la vereda Centro del municipio de San Vicente; **El Regalo**, de la vereda Plazuela en Zapatocha y **Altamira**, de la vereda Barro Amarillo en San Vicente.

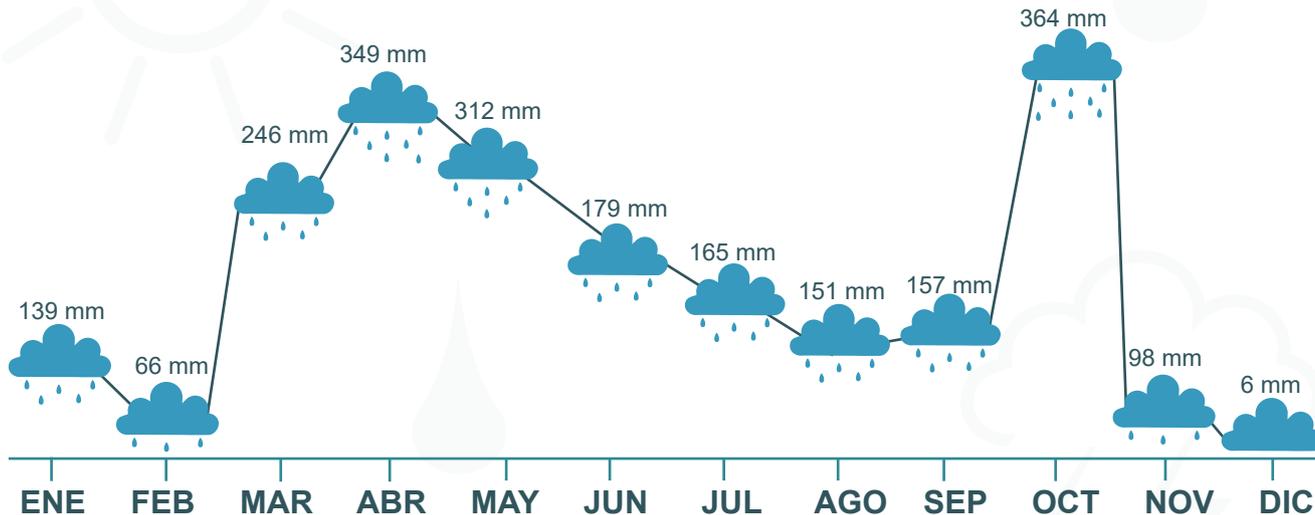
Con el fin de validar el ejercicio de monitoreo realizado por los productores, se realiza una comparación de la tendencia entre la información registrada por la estación satelital más cercana a la micro estación y los registros obtenidos por el productor en su finca.

La tendencia es la línea que une cada dato en las gráficas y se refiere al movimiento del comportamiento de las variables que se monitorean (temperatura, humedad relativa y precipitaciones). Los valores entre las estaciones satelitales y las microestaciones no son los mismos, debido a diversos factores del ambiente, como el relieve, la altura, la vegetación, entre otros.

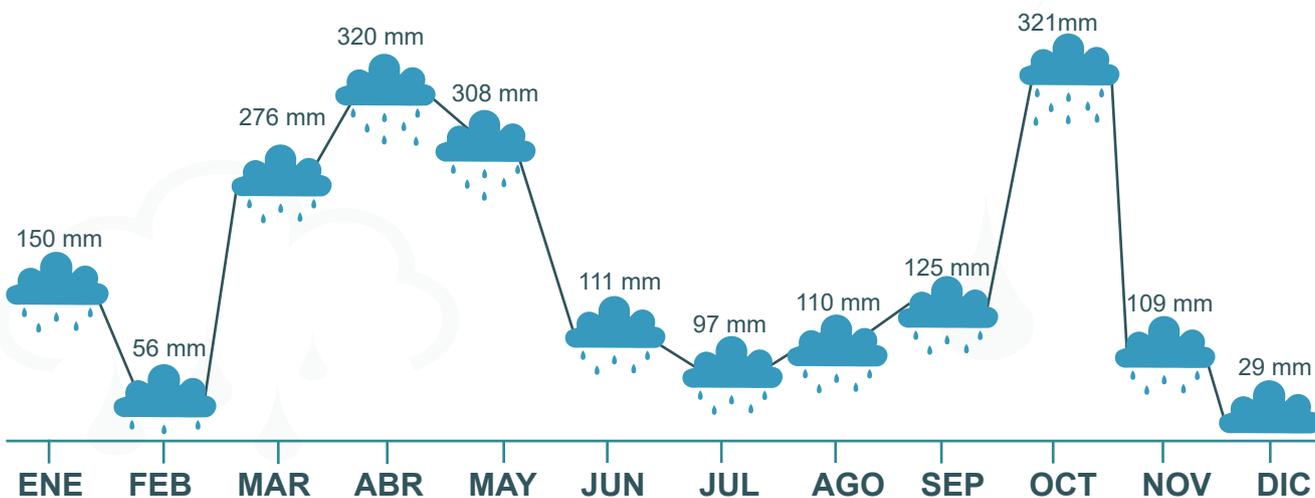


Precipitaciones estación Villa Mónica y microestación El Diviso

Acumulado de lluvias mensual Estación Villa Mónica 2018



Acumulado de lluvias mensual Microestación El Diviso 2018



En el primer semestre de 2018, abril registró la mayor cantidad de lluvias. Este patrón fue similar en la estación satelital de Villa Mónica (349 mm) y la microestación situada en la finca el Diviso (320 mm).

El mes de menos lluvias del primer semestre fue febrero, registrándose 66 mm en la estación Villa Mónica y 56 mm en El Diviso.

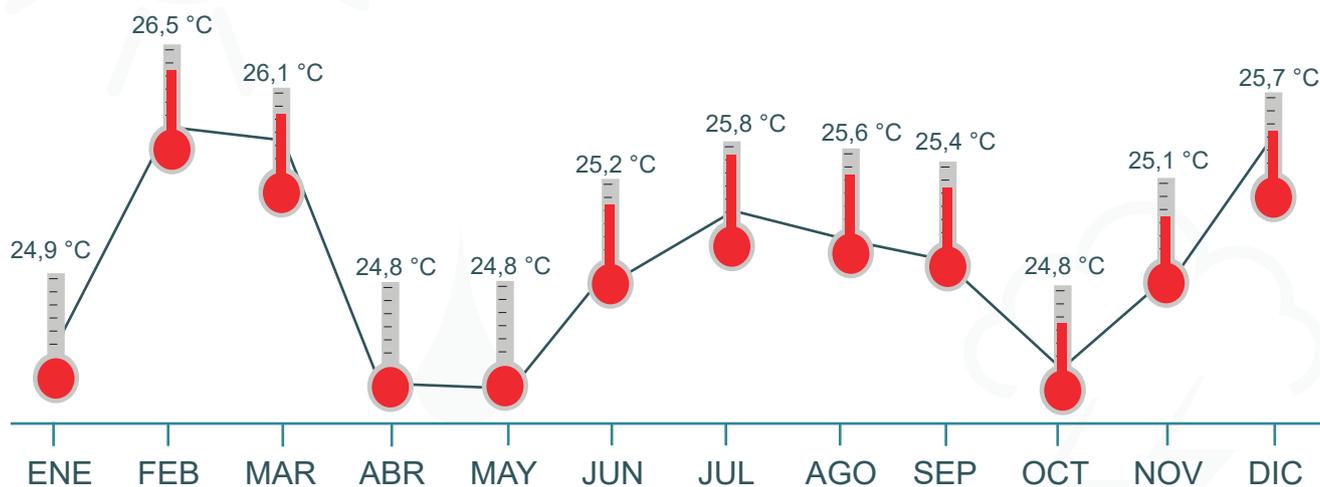
Octubre fue el mes con el mayor registro de lluvias en el año, registrándose 361 mm en la

estación Villa Mónica y 321 mm en El Diviso. Así mismo, diciembre fue el mes de menos lluvias tanto en la Estación Villa Mónica como en la micro-estación El Diviso, registrándose 6 mm y 29 mm respectivamente.

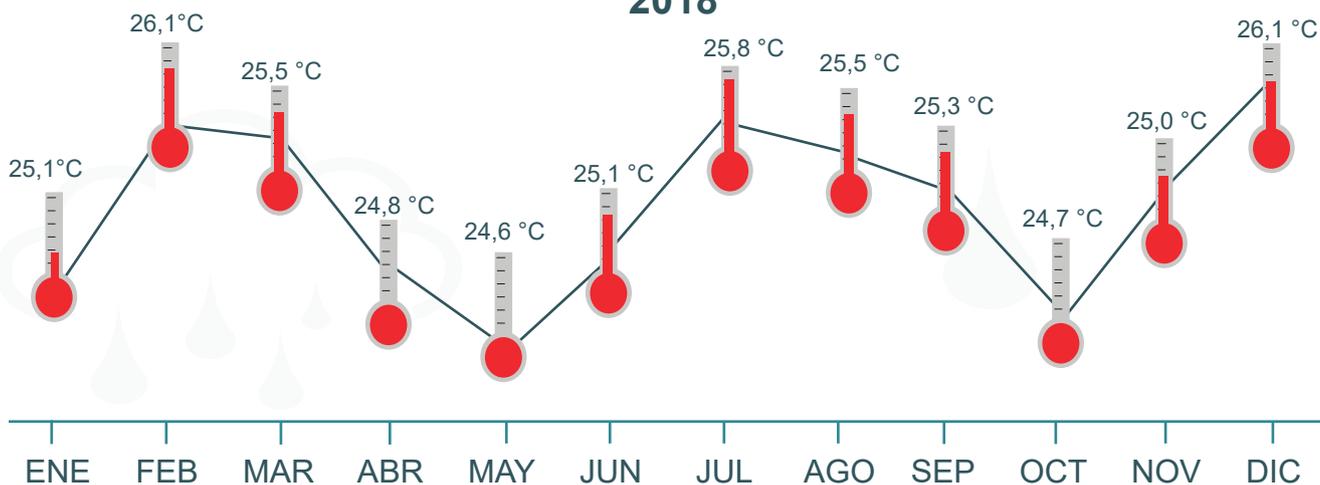
De manera general se establece que la tendencia de las lluvias es similar entre la Estación Villa Mónica y la micro-estación El Diviso.

Temperatura estación El Marqués y microestación El Regalo

Media de temperatura mensual Estación El Marqués 2018



Media de temperatura mensual Microestación El Regalo 2018



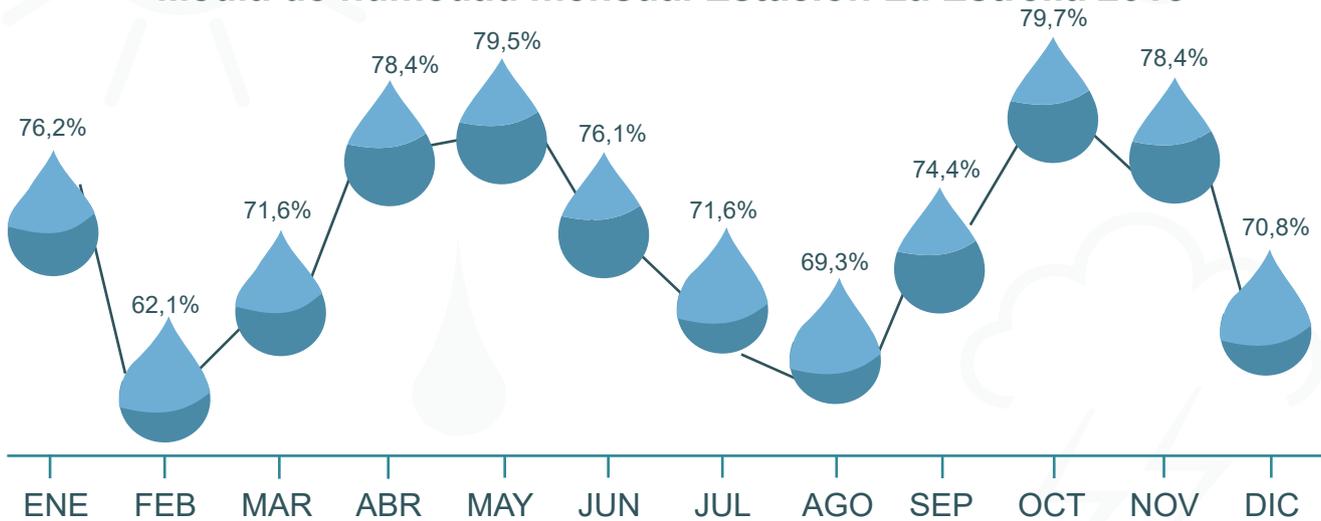
En el mes de febrero de 2018 se encontró el valor más alto de temperatura con una media mensual de 26,5°C en la estación de El Marqués y de 26,1°C para la microestación El Regalo.

Es de anotar que la tendencia en las dos estaciones es bastante similar a lo largo del año, ya que se registran los mayores y menores valores en la misma época.

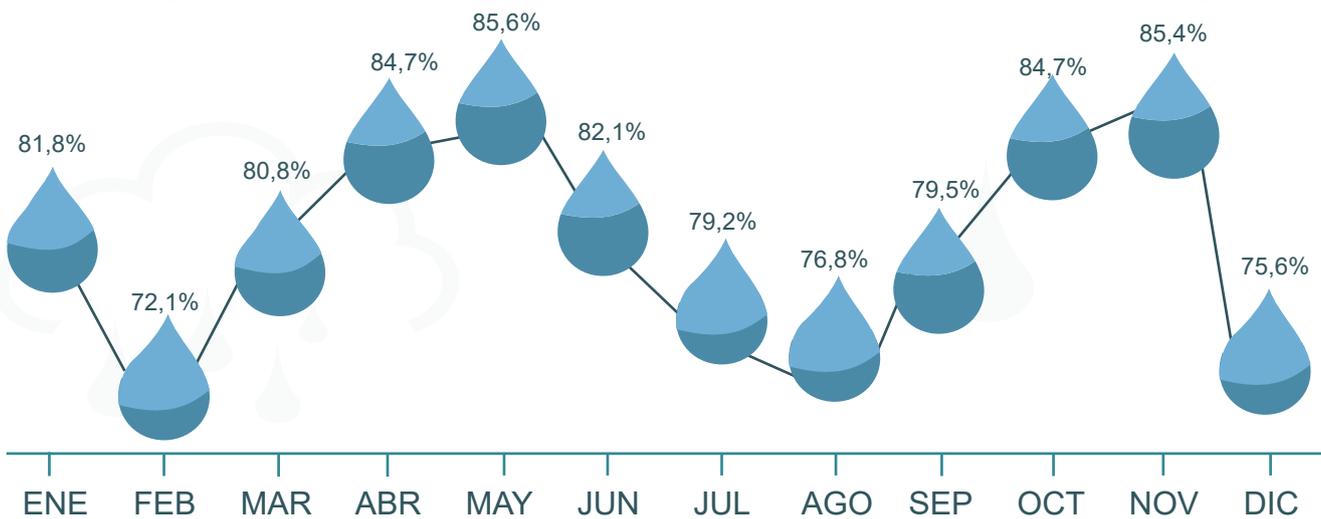
Para el segundo semestre, la media más elevada se encontró en los meses de julio (25,8°C en las dos estaciones) y diciembre (25,7°C para El Marqués y 26,1°C para El Regalo).

Humedad estación La Estrella y microestación Altamira

Media de humedad mensual Estación La Estrella 2018



Media de humedad mensual Microestación Altamira 2018



Para 2018, el mes de febrero presentó el valor más bajo de humedad relativa del año, con un 62,1% en la estación La Estrella y de un 72,1% en la microestación Altamira.

Este valor se encuentra relacionado fuertemente con las altas temperaturas registradas en este mes.

Por otra parte, en meses como abril, mayo, octubre y noviembre, la media de humedad relativa registró valores elevados.

Este comportamiento se registró de manera similar en la Estación La Estrella como en la microestación de Altamira.



“PROGRAMA PARA ATENDER LA PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD ACERCA DE POSIBLES CAMBIOS MICROCLIMÁTICOS OCASIONADOS POR EL EMBALSE”

Proyecto de Monitoreo Microclimático en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso





ISBN: 978-958-8753-55-3



9 789588 753553



Síguenos en



Fundación
Natura
COLOMBIA

www.natura.org.co



manosamigas
FORMANDO COMUNIDAD



Síguenos en



www.isagen.com.co