



Determinación de la variabilidad en la temperatura y la humedad durante los años 2017, 2018 y 2019 en el Socorro, Santander

Mónica Dayana Gamboa Peña¹, Yuli Tatiana Ríos Torres², Haimar Ariel Vega Serrano³ y Sandra Liliana Gómez Ayala⁴

¹Estudiante Investigador, Ingeniería Ambiental. Monicad-gamboap@unilibre.edu.co

²Estudiante Investigador, Ingeniería Ambiental. Yulit-riost@unilibre.edu.co

³Ingeniero civil. Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental, Universidad Libre Seccional Socorro. Haimar.vega@unilibre.edu.co

⁴Química. Magíster en Química. Doctora en Química. Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental, Universidad Libre seccional Socorro. Sandra.l.gomez@unilibre.edu.co

INNOVANDO EN LA U ISSN 2216 - 1236

Resumen

Actualmente las condiciones climáticas en todas las regiones del país se están viendo afectadas por el cambio climático, sin duda esto desencadena efectos negativos en los ecosistemas, en la agricultura, en la economía, en la cultura y en la salud. En el departamento de Santander, el recurso hídrico con el paso

Figura 15. Estación Majavita



de los años ha hecho notoria su disminución por los problemas de abastecimiento en sus provincias y otras afectaciones en las actividades productivas, por ende, el monitoreo de las variables meteorológicas aclara el escenario sobre el estado del clima y los cambios que se han generado respecto a las condiciones habituales. En ese contexto, el objetivo de este proyecto era determinar la variación de la temperatura y la humedad durante los años 2017, 2018 y 2019 en El Socorro, realizando un análisis estadístico del comportamiento de los datos suministrados por la estación Majavita (figura 1),

donde se pudiera evidenciar un aumento o decremento en cada periodo de tiempo, como también dispersión de datos en cada mes, intervalos, medias, gráficos y otros parámetros útiles para su estudio. Como resultados principales se obtuvo un promedio de humedad para 2017 de 69.68 %, 2018 de 65.79 % y 2019 de 68.96 % y uno de temperatura para 2017 de 24.94 °C, para 2018 de 23.29 °C y para 2019 de 24.81 °C, esto indica que en promedio la temperatura y humedad variaron en 1.60 °C y 3.50%,

aproximadamente. La desviación estándar por su parte tomó valores entre 3.77% - 8.33% y 0.54 °C - 3.19 °C. Por otro lado, la relación entre las variables fue indirecta, aumentos en la temperatura provocaron disminuciones en la humedad. Finalmente, no se mantuvo una tendencia a aumentar o disminuir, pero los cambios si ocurrieron en magnitudes similares.

Palabras clave

Cambio climático, humedad, temperatura, variación.

1 Introducción

1.1 Descripción del problema

El clima es un factor que condiciona drásticamente las características tanto ecosistemicas como sociales de un lugar determinado. Tal como lo señala el (IDEAM, 2018) “las condiciones cálidas y lluviosas propician la presencia del bioma de bosque tropical húmedo en el que es posible encontrar los hongos, plantas y animales que viven únicamente en el clima tropical húmedo o ecuatorial”, igualmente, la salud, la economía y la cultura son variables modificadas a lo largo y ancho del territorio a causa de la intervención de estos patrones climatológicos. Cabe resaltar que el clima, a su vez, deriva de la orografía del país y en este caso específico, Colombia por ser un país ecuatorial es prueba notable de ello.

En este contexto, la temperatura y la humedad son variables que se monitorean con mayor frecuencia pues determinan considerablemente el estado del clima, según el IDEAM (IDEAM, 2018).

Es evidente, que actualmente estas condiciones atmosféricas se han visto alteradas por fenómenos como el cambio climático que, al generar anomalías en la temperatura ambiente, desencadena afectaciones a actividades productivas agrícolas, en enfermedades de tipo cardiovascular y respiratorias como “hipertermia maligna o enfermedades coronarias durante las epidemias de gripe” (Ballester Diez) en altas tasas de morbilidad y en un consumo mayor de electricidad tratando de buscar la zona de confort; todas estas situaciones plantean un escenario nuevo y de difícil adaptación.

Haciendo énfasis en el lugar a trabajar, El Socorro constituido por un clima tropical, en promedio, registra una temperatura de 22.3 °C, destacándose julio como el mes más caluroso con 23.2 °C y octubre como el mes más frío con 21.7 °C (Climate-Data.ORG). Estos datos son un estimado del comportamiento normal de la variable temperatura a lo largo del año, sin embargo según (Vanguardia, 2017) se estima que en promedio cada año la temperatura aumente 0.04 °C en Bucaramanga y en toda la región de Santander, en este informe la funcionaria Libia Cristina Santos explica que “la principal preocupación son las sequias, la desertificación y pérdida de suelo productivo”, igualmente el recurso hídrico presenta un nivel de riesgo alto pues tal como lo advierte Ricardo Lozano en el reporte de (Vanguardia, 2017) “El Socorro, Charalá, Mogotes, Barichara y municipios del cañón del río Suarez gozaban de agua en abundancia, pero en los últimos años han tenido problemas de abastecimiento del líquido vital”. Sin duda, a causa del calentamiento global los climas están cambiando su estado habitual, por ejemplo, de templado a cálido y a su vez se están viendo expuestas las dinámicas tradicionales. Es notorio que la

región no es ajena a estos cambios e indudablemente no solo el área metropolitana los experimenta sino también las provincias que componen el departamento. Cabe anotar que, para El Socorro la humedad en su condición normal tiene una variación leve cuyo periodo más húmedo es entre julio y octubre.

1.2 Antecedentes

(Quintero Herrera et al, 2015) en su trabajo, cuyo objetivo principal fue evaluar la influencia del clima en la enfermedad dengue, tomaron todos los registros semanales de casos confirmados de la enfermedad en niños y adultos, durante el 1 de enero de 2010 y el 31 de diciembre de 2011, con ayuda también de los reportes por la NOAA, donde se clasificaron los meses como fenómeno Niño o Niña. Analizaron y obtuvieron que, durante El Niño, los casos fueron significativamente más altos (media 433.81) que durante las fases de La Niña (52.80).

(García et al, 2012) realizaron un artículo donde se plasmó importante información acerca de “Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia”; la finalidad especial que se evidencia en el documento es la estimación de la vulnerabilidad de las fuentes hídricas frente al cambio climático. Se tomó como referencia las consecuencias derivadas de los fenómenos del Niño, “en términos porcentuales, las principales afectaciones son la reducción promedio del 26 % de los caudales en la cuenca del río Magdalena-Cauca, del 38 % en la cuenca media del río Cauca, en los ríos Sogamoso y Suárez con valores de hasta un 30 %, en el Sumapaz y Urabá Antioqueño 40 % y para el río Catatumbo y Pamplonito reducciones de hasta el 30 %. De esta manera concluyen con el estudio que ninguna parte del país tiene una vulnerabilidad baja o muy baja frente a dichos efectos.

1.3 Pregunta problema

¿La variación de la temperatura y la humedad fue significativa en el transcurso de los años 2017, 2018 y 2019 en Socorro, Santander?

1.4 Justificación

“Las alteraciones en los ecosistemas debido al cambio climático han ocasionado que se hagan estudios globales sobre la temperatura promedio del planeta” (Guerrero Escamilla et al, 2017), es decir, se hace necesario un monitoreo constante de esta variable para determinar un aumento de la misma en el transcurso de los años y así tomar las medidas respectivas para frenar este fenómeno global como lo es el cambio climático. Además, tal como lo mencionan, monitorear y pronosticar la temperatura promedio del planeta para el año 2030 representa una tarea agendada en el acuerdo de París. Teniendo en cuenta lo anterior, Colombia no se escapa de ser vulnerable ante este flagelo, por ende, hacer estudios sobre las fluctuaciones de las condiciones climáticas a lo largo de los años aclara el panorama sobre el significado del calentamiento global.

1.5 Objetivo general

Determinar la variación que tuvo la temperatura y la humedad en el transcurso de los años 2017, 2018 y 2019 en Socorro, Santander.

1.6 Objetivos específicos

- Establecer el comportamiento estadístico de la temperatura y la humedad en los años 2017, 2018 y 2019
- Analizar la relación entre las dos variables estudiadas.
- Determinar el año con mayor fluctuación de temperatura y humedad.
- Identificar un decremento o incremento en los valores de la humedad y temperatura entre los tres años.

2 Metodología

2.1 Localización

La estación meteorológica de estudio se encuentra en la Universidad Libre Seccional Socorro (hacienda Majavita) departamento de Santander con una elevación de 1326 m y unas coordenadas al Norte de 6°28'21.04" y al occidente de 73°15'09.34".

2.2 Tipo de investigación

Investigación de tipo descriptivo pues se recolectó y analizó información de las variables climáticas temperatura y humedad durante un periodo de tiempo en el municipio. En ese contexto, se está indagando un fenómeno climático.

2.3 Definición de variables e indicadores

Tabla 9. Variables y su clasificación

| Tipo de variable | Variable | Unidad |
|------------------|--|--------|
| Dependiente | Variación de la humedad y la temperatura | — |
| Independiente | Cantidad de datos analizar por año | — |
| Interviniente | Fenómenos naturales | — |

2.4 Técnicas de investigación

La información fue obtenida de la Estación meteorológica ubicada en la hacienda Majavita en el municipio de El Socorro, Santander.

2.5 Análisis estadístico

Con ayuda de Excel y MegaStat se hizo el análisis estadístico y multitemporal, determinando datos atípicos, máximos, mínimos, medios, etc.

2.6 Materiales

Los datos se recopilaron de la estación meteorológica ubicada en la hacienda Majavita.

2.7 Equipos de medición

Estación meteorológica, hacienda Majavita.

2.8 Procedimiento

Como primer paso se ordenó la información de modo tal que se facilitara el análisis. Luego, con ayuda de Excel y MegaStat se hizo el análisis estadístico y multitemporal, determinando datos atípicos, máximos, mínimos, medios, etc.

Igualmente recurriendo a Excel, se diseñaron gráficas que representaron la incidencia de una variable sobre la otra, teniendo en cuenta el coeficiente de correlación y demás parámetros necesarios.

Con ayuda del análisis estadístico realizado para el cumplimiento del primer objetivo, conociendo los valores máximos y mínimos de los meses en los tres años, se analizó la fluctuación que hubo gracias a la dispersión y otros parámetros importantes.

Finalmente se compararon los datos promedio por año que se obtuvieron de todo el proceso estadístico y así poder identificar un aumento o disminución de la temperatura y la humedad con el paso del tiempo.

2.9 Población y muestra

Población: variables meteorológicas registradas por la estación Majavita.

Muestra: temperatura y humedad.

3 Resultados y análisis

En la tabla 2 se evidencia los registros promedio de humedad para el año 2017, comprendidos entre los meses de febrero a diciembre. Se puede observar que el mes con menor promedio de humedad fue febrero tomando un valor de 51.96 % y así mismo durante este año Julio alcanzó el máximo valor con 75.01 %. Realizando un estadístico de los datos, la humedad media en el ambiente fue de 69.683 % un valor óptimo en el ambiente y que indica una buena cantidad de agua en forma de vapor en el aire. En cuanto a la desviación estándar, los datos promedio por mes tuvieron una dispersión de 6.453 %, es decir, la humedad relativa durante este año no fluctuó dentro de un intervalo muy amplio y su comportamiento fue estable (tabla 3).

Tabla 2. Datos promedio por mes de la humedad.

| AÑO 2017 | | | |
|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| Humedad | | | |
| mes | Promedio | Desviación Estándar | Coeficiente de Variación |
| | % | % | |
| Febrero | 51.96 | 4.17 | 8.02 |
| Marzo | 68.63 | 6.3 | 9.23 |
| Abril | 73.46 | 3.16 | 4.3 |
| Mayo | 73.88 | 3.16 | 4.27 |
| Junio | 72.65 | 2.43 | 3.34 |
| Julio | 75.01 | 1.83 | 2.44 |
| Agosto | 70.65 | 3.33 | 4.71 |
| Septiembre | 68.01 | 3.59 | 5.28 |
| Octubre | 70.85 | 3.19 | 4.5 |
| Noviembre | 74.24 | 2.62 | 3.53 |
| Diciembre | 67.17 | 3.33 | 4.95 |

Tabla 3. Análisis MegaStat

| | |
|---------------------------|--------|
| | % |
| count | 11 |
| mean | 69.683 |
| sample variance | 41.645 |
| sample standard deviation | 6.453 |
| minimum | 51.96 |
| maximum | 75.01 |
| range | 23.05 |

En la figura 1, se representa visualmente los datos promedio de humedad durante los meses del año 2017; adicionalmente las barras de error simbolizan la desviación estándar de los registros en cada uno de los meses, de esta manera, se evidencia que en los días de julio la humedad relativa no tomó valores muy dispersos entre sí, contrario al caso de marzo que se observa una mayor disgregación de los mismos, esto soportado en valores de desviación de 1.83 % y 6.30 % respectivamente.

En la tabla 4, para la variable temperatura nuevamente se muestra el promedio por mes del año 2017, dichos valores oscilaron entre 24.22 °C y 27.09 °C, siendo estos los datos mínimos y máximos registrados, que respectivamente corresponden a julio y febrero. En promedio la temperatura para este año fue de 24.937 °C. Igualmente se observa que, la dispersión de los datos respecto a la media fue baja tomando un valor de 0.761 °C (tabla 4). Importante añadir que aparentemente la temperatura no tuvo cambios bruscos, a excepción del pico máximo registrado en el mes dos del año (tabla 5).

Figura 1. Promedio y desviación estándar de la temperatura 2017.

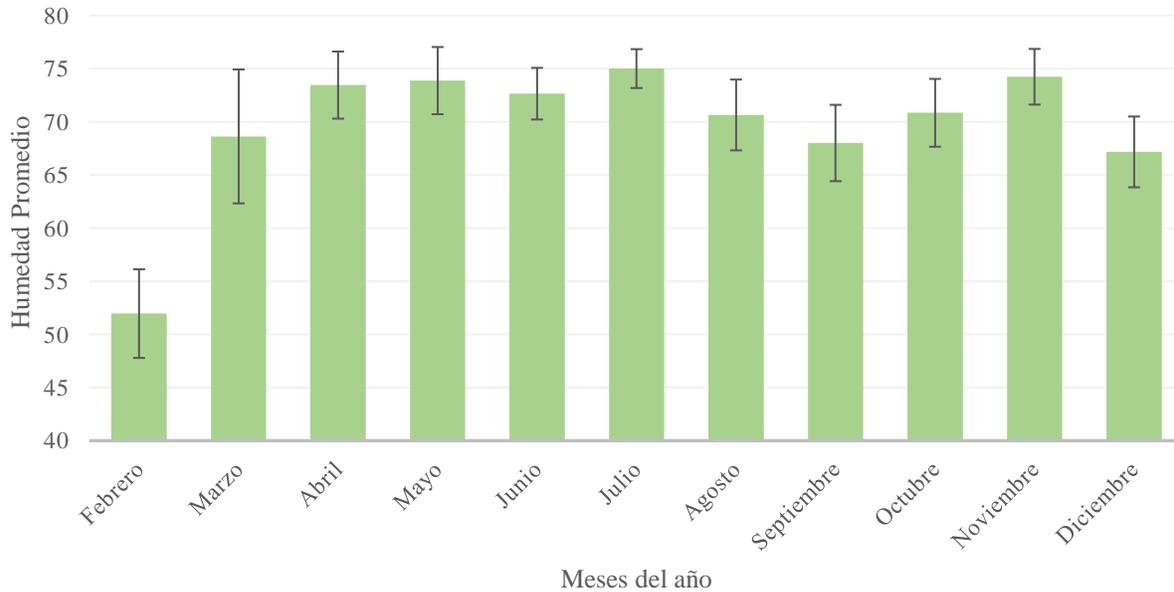


Tabla 4. Analisis MegaStat.

| | |
|---------------------------|--------|
| | °C |
| count | 11 |
| mean | 24.937 |
| sample variance | 0.579 |
| sample standard deviation | 0.761 |
| minimum | 24.22 |
| maximum | 27.09 |
| range | 2.87 |

Tabla 5. Datos promedio por mes de Temperatura

| AÑO 2017 | | | |
|--------------------|----------|---------------------|---------------------------|
| Temperatura | | | |
| | Promedio | Desviación Estándar | Coefficiente de Variación |
| | °C | °C | % |
| Febrero | 27.09 | 0.94 | 3.45 |
| Marzo | 24.76 | 1.6 | 6.41 |
| Abril | 24.75 | 1.63 | 6.57 |
| Mayo | 24.63 | 0.84 | 3.4 |
| Junio | 24.70 | 0.96 | 3.87 |
| Julio | 24.22 | 0.64 | 2.64 |
| Agosto | 24.80 | 1.34 | 5.41 |
| Septiembre | 25.25 | 0.9 | 3.58 |
| Octubre | 24.97 | 1.45 | 5.83 |
| Noviembre | 24.44 | 1.38 | 5.66 |
| Diciembre | 24.70 | 0.71 | 2.88 |

En la figura 2, se puede apreciar el valor de temperatura promedio en cada mes, pero haciendo énfasis es la dispersión de estos datos en cada periodo de tiempo, se evidencia que en los días de julio el comportamiento de los mismos fue estable y no se alejaron considerablemente de la media, sin embargo, los valores de temperatura en abril y mayo en comparación con julio si se dispersaron un poco más, a pesar de que los cambios no fueron notorios (tabla 6).

Figura 2. Promedio y desviación estándar de la temperatura 2017.

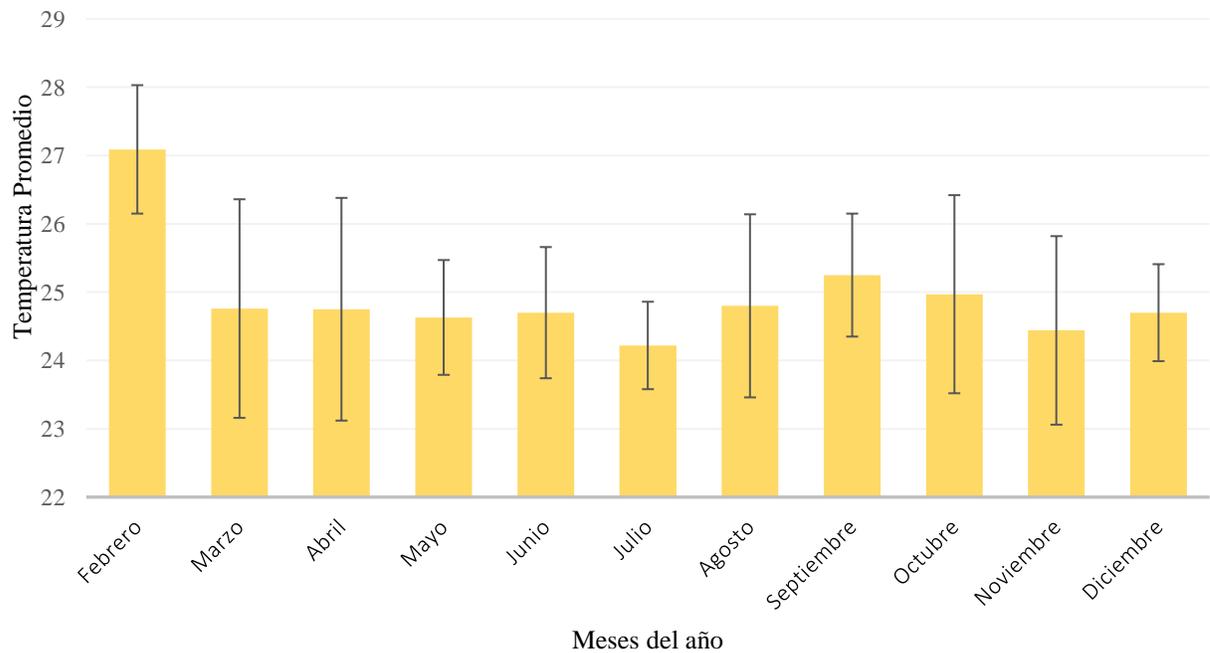


Tabla 6. Análisis MegaStat

| | % |
|---------------------------|------------|
| count | 8 |
| mean | 65.791 |
| sample variance | 69.423 |
| sample standard deviation | 8.332 |
| minimum | 47.0448889 |
| maximum | 73.367864 |
| range | 26.3229751 |

En la tabla 7 , se cuenta con datos de humedad de los meses: Enero, febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, correspondientes al año 2018, provenientes de la estación meteorológica Majavita (El Socorro Santander), los cuales evidencian que el mes de noviembre presentó el valor más elevado, correspondiente a una magnitud de 73.4 %, por el contrario, el valor mínimo se le atribuye al mes de febrero con 47 %, además, este mes tuvo la máxima dispersión con un porcentaje de 55.6 %. El mes de noviembre por su parte, en cuanto al coeficiente de variación, tuvo el dato más bajo con un 4.1 %. Concluyendo, en este año es notoria la variación significativa de la humedad relativa en todos los meses.

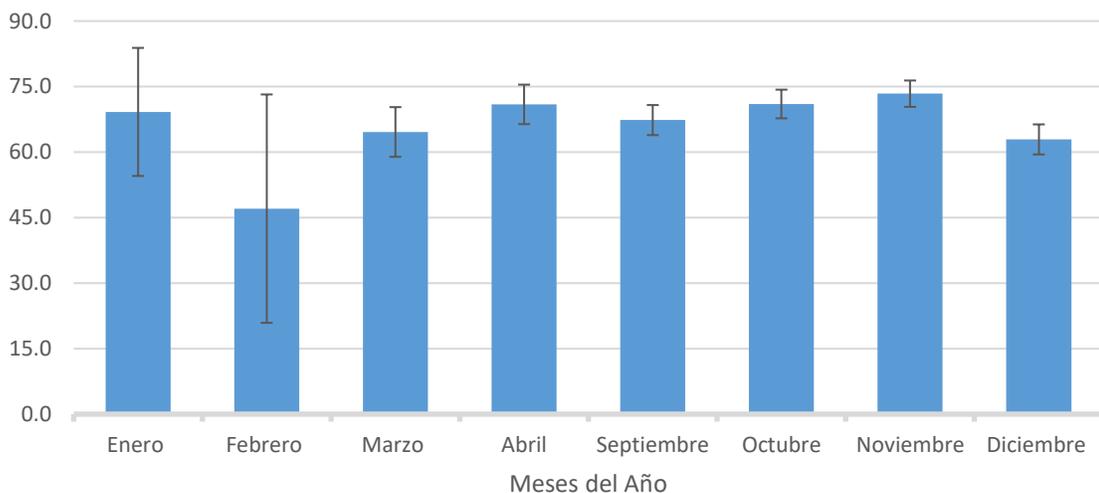
Tabla 7. Datos promedio por mes de humedad

| AÑO 2018 | | | |
|-------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Humedad | | | |
| | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación |
| | % | % | % |
| Enero | 69.2 | 14.7 | 21.2 |
| Febrero | 47.0 | 26.1 | 55.6 |
| Marzo | 64.6 | 5.7 | 8.8 |
| Abril | 70.9 | 4.5 | 6.4 |
| Septiembre | 67.3 | 3.4 | 5.1 |
| Octubre | 71.0 | 3.3 | 4.6 |
| Noviembre | 73.4 | 3.0 | 4.1 |
| Diciembre | 62.9 | 3.4 | 5.5 |

En la figura 3 es evidente como en el mes de febrero hubo, respecto a la media, una dispersión considerable, e igualmente para el mes de enero.

En relación a la temperatura los mínimos y máximos se le atribuyen a los meses de febrero y marzo con valores de 15.6 °C y 25.4 °C, respectivamente, evidenciándose de esta manera que febrero fue el mes del año menos caluroso y con menor presencia de humedad en el aire (tabla 8). Referente a la dispersión en la toma de datos febrero posee su mayor magnitud con 92 %, esto posiblemente ocasionado por las diferencias en los periodos de tiempo usados para la toma de datos; por el contrario el mes con mayor precisión en el monitoreo de esta variable fue noviembre (tabla 9).

Figura 3. Promedio y desviación estándar de la humedad 2018



En la figura 4 es evidente como en el mes de febrero hubo, respecto a la media, una dispersión considerable, e igualmente para el mes de enero.

En la tabla 10 se presenta los promedios de seis meses del 2019, donde se puede observar que la humedad para este año se situó dentro de un intervalo de 63.91 % y 74,32 % que corresponden a septiembre y mayo, respectivamente; en promedio el valor de la humedad fue de 68.96 %. En cuanto a la desviación estándar con un dato de 3.77 % se puede analizar que los registros no se alejaron considerablemente respecto a la media, y también como se mencionó anteriormente su rango de 10.41 %, disminuyó la posibilidad de disgregación de los mismos.

Tabla 8. Datos promedio por mes de temperatura

| AÑO 2018 | | | |
|-------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Temperatura | | | |
| | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación |
| | °C | °C | % |
| Enero | 22.8 | 5.9 | 25.7 |
| Febrero | 15.6 | 14.4 | 92.0 |
| Marzo | 25.4 | 1.3 | 5.2 |
| Abril | 24.4 | 1.6 | 6.4 |
| Septiembre | 24.7 | 0.7 | 3.0 |
| Octubre | 24.3 | 0.8 | 3.1 |
| Noviembre | 24.2 | 0.8 | 3.2 |
| Diciembre | 24.8 | 0.9 | 3.5 |

Tabla 9. Analisis MegaStat

| | |
|---------------------------|-----------|
| | °C |
| count | 8 |
| mean | 23.287 |
| sample variance | 10.181 |
| sample standard deviation | 3.191 |
| minimum | 15.609524 |
| maximum | 25.447779 |
| range | 9.8382556 |

| AÑO 2019 | | | |
|-------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Humedad | | | |
| | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación |
| | % | % | % |
| Marzo | 65.55 | 4.77 | 7.27 |
| Abril | 70.39 | 4.78 | 6.79 |
| Mayo | 74.32 | 2.62 | 3.57 |
| Septiembre | 63.91 | 5.37 | 8.40 |
| Octubre | 68.89 | 3.42 | 4.96 |
| Noviembre | 70.69 | 3.16 | 4.47 |

De acuerdo a la figura 5 se puede evidenciar que la humedad presentó incrementos continuos, (analizando por trimestre), es decir, tuvo un comportamiento bimodal, donde los picos más altos corresponden a mayo-noviembre y los más bajos a marzo-septiembre. Por su parte, las desviaciones estándar representadas por las barras de error denotan comportamientos altos para septiembre y abril con valores de 5.37 % y 4.78 %, y bajos para mayo y noviembre con 2.62 % y 3.16 %, indicando así mayor estabilidad en las condiciones húmedas de estos últimos meses.

Figura 4. Promedio y desviación estándar de la temperatura 2018

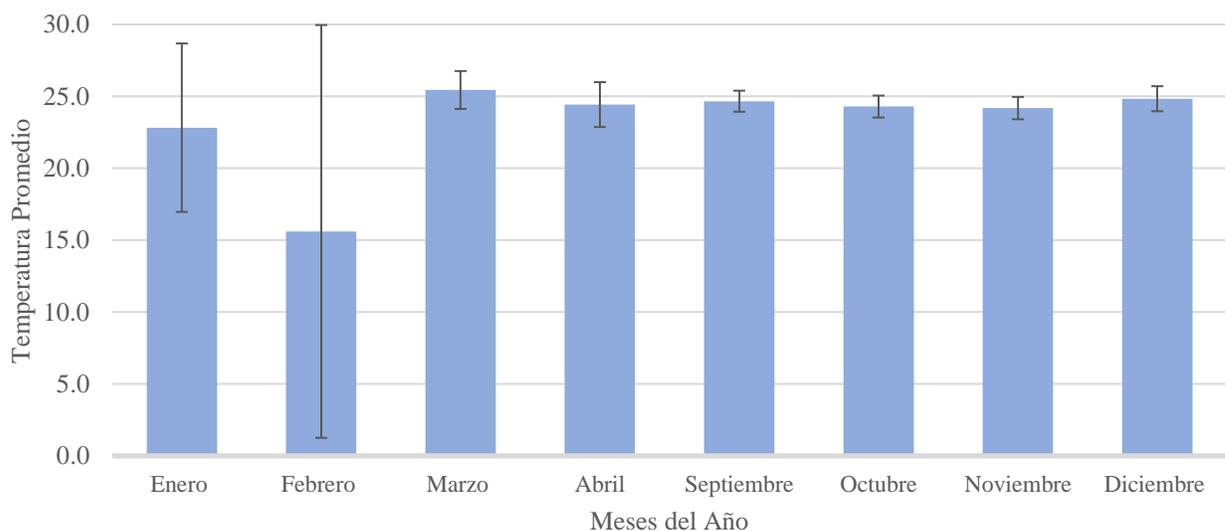
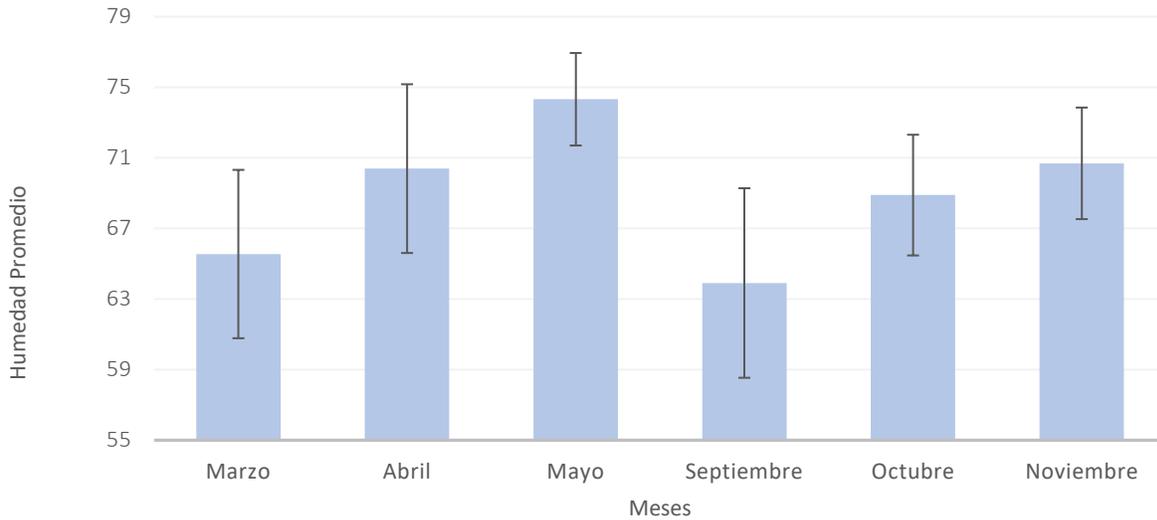


Figura 5. Promedio y desviación estándar de la humedad 2019



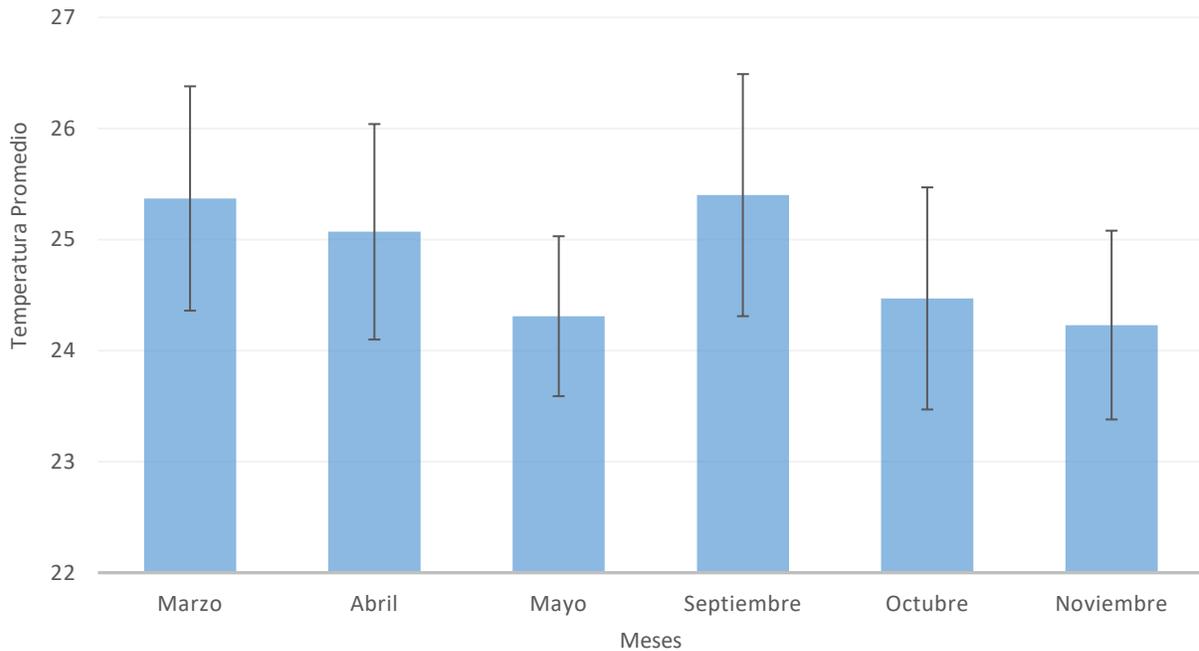
En la tabla 11 se evidencia como la variable temperatura durante el transcurso del año 2019 oscilo entre 24.23 °C y 25.4 °C, valores correspondientes a los meses de noviembre y septiembre respectivamente, teniendo como registro medio 24.8 °C, cabe resaltar que en el transcurso de los meses no se presentó variaciones abruptas en la magnitud de dicha variable, además de que la dispersión de los datos fue baja arrojando un valor de 0.53.

Tabla 11. Datos promedio por mes de la Temperatura

| AÑO 2019 | | | |
|-------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Temperatura | | | |
| | Promedio | Desviación Estándar | Coficiente de Variación |
| | °C | °C | % |
| Marzo | 25.37 | 1.01 | 3.97 |
| Abril | 25.07 | 0.97 | 3.87 |
| Mayo | 24.31 | 0.72 | 2.95 |
| Septiembre | 25.40 | 1.09 | 4.30 |
| Octubre | 24.47 | 1.00 | 4.07 |
| Noviembre | 24.23 | 0.85 | 3.49 |

Referente a lo expuesto en la figura 6 se puede afirmar que no hubo mayor variación en la dispersión de los datos con el transcurso de cada mes, evidenciándose que el mes con mayor desviación fue septiembre y el de menor fue mayo con valores de 1.09 y 0.72 respectivamente.

Figura 6. Promedio y desviación estándar de la Temperatura 2019



Regresiones

Con el fin de evidenciar la relación existente entre las variables estudiadas y así mismo observar la posible influencia de una sobre la otra, se desarrollaron los siguientes análisis de regresión:

Con base en la figura 7 donde la variable independiente es la temperatura y la variable dependiente la humedad, se observa que los datos siguen una tendencia considerable respecto a la recta. En cuanto al coeficiente de determinación (R^2), se estima que un 90.78 % de la variación en la humedad se explica por la variación de la temperatura, el otro 9.22 % pudo estar influenciado por eventos como la precipitación, vientos, radiación solar u otros. Por otro lado, el coeficiente de correlación R de -0.95 indica una relación negativa fuerte entre los datos y de acuerdo con el modelo matemático expuesto, se tiene que por cada aumento en la temperatura, la humedad disminuiría en una constante de 8.08. En la tabla 12, según el pvalue obtenido del análisis estadístico se puede concluir que efectivamente la temperatura para el 2017 afectó a la humedad en un grado importante, pues evaluándolo al 5 % arrojó un valor de 5.9×10^{-6} el cual es menor a 0.05 y acepta la hipótesis establecida de relación.

Figura 7. Correlación entre variables 2017

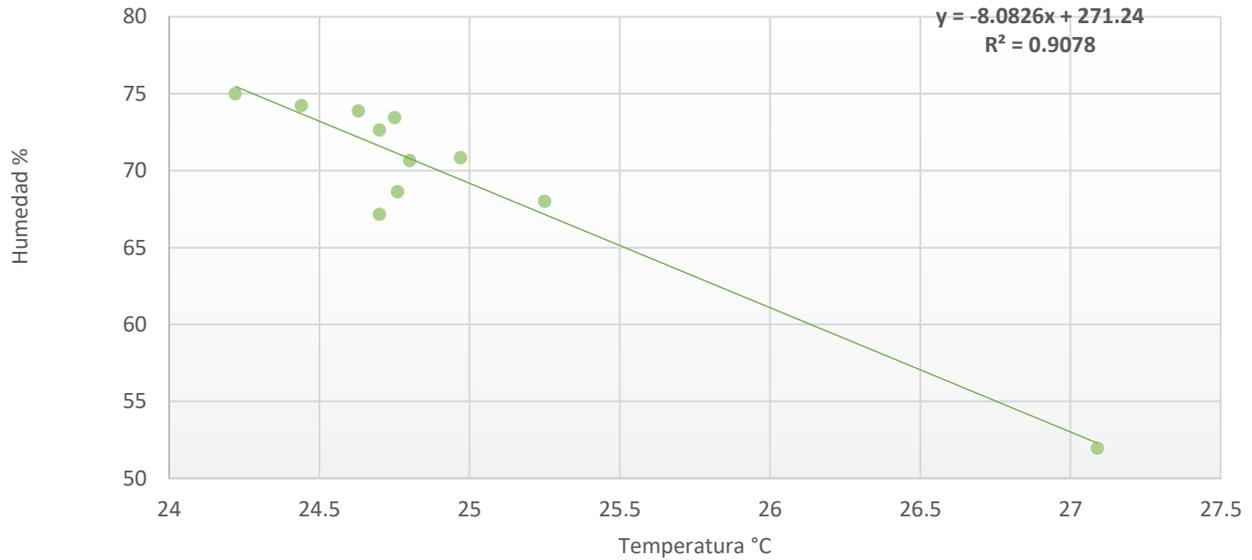


Tabla 12. Análisis de regresión 2017

| Regression output | | | | | confidence interval | |
|-------------------|--------------|------------|----------|----------|---------------------|-----------|
| variables | coefficients | std. error | t (df=9) | p-value | 95% lower | 95% upper |
| Intercept | 271.2396 | 21.4171 | 12.665 | 4.86E-07 | 222.7908 | 319.6885 |
| °C | -8.0826 | 0.8585 | -9.415 | 5.90E-06 | -10.0246 | -6.1405 |

En la figura 8 se evidencia una relación directa entre la temperatura y la humedad fundamentada en un coeficiente de correlación de 0.84 y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.69, lo que indica que la humedad estuvo influenciada en un 69 % por los cambios en la temperatura y en un 31 % por otros variables meteorológicas. De acuerdo con la ecuación descrita en la figura, por cada grado de aumento en la temperatura la humedad aumentará en 2.18 y en efecto gracias al p-value de 0.0100 descrito en la tabla 13, menor del 5% se establece una relación entre los datos.

Figura 8. Correlación entre variables 2018

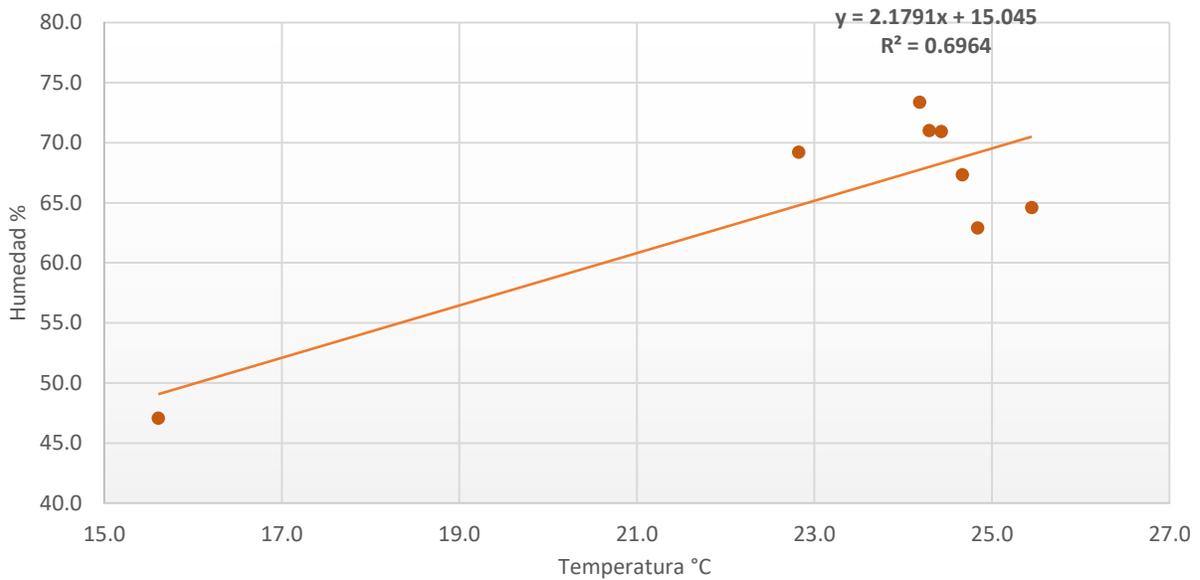
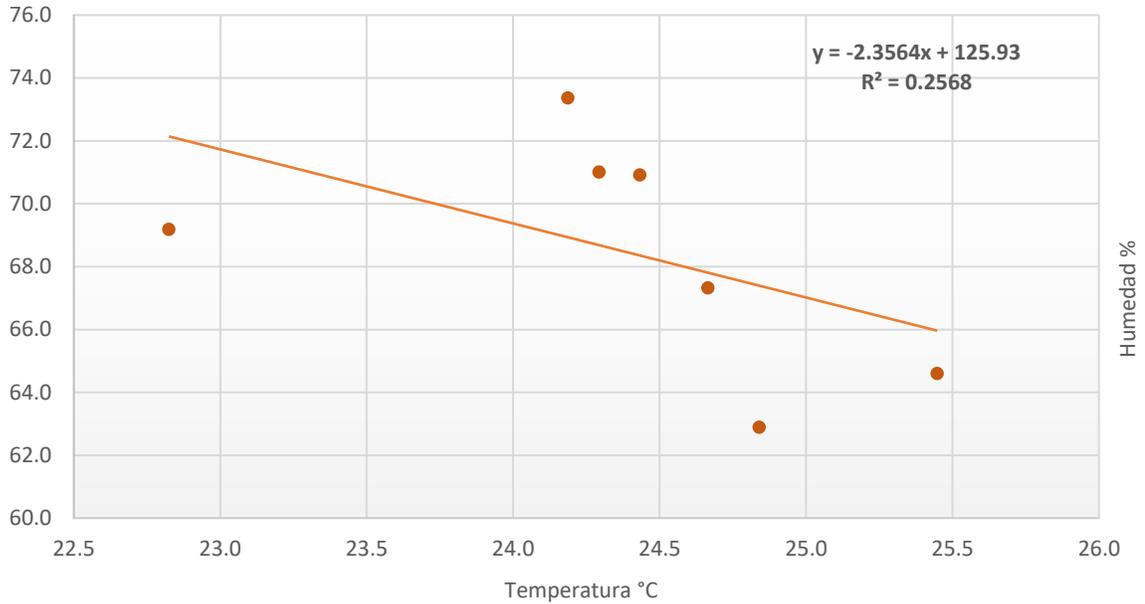


Tabla 13. Análisis de regresión 2018

| Regression output | | confidence interval | | | | |
|-------------------|--------------|---------------------|----------|---------|-----------|-----------|
| variables | coefficients | std. error | t (df=6) | p-value | 95% lower | 95% upper |
| Intercept | 15.0454 | 13.7901 | 1.091 | .3171 | -18.6977 | 48.7885 |
| °C | 2.1791 | 0.5874 | 3.710 | .0100 | 0.7419 | 3.6164 |

Debido a que para este año hubieron inconsistencias en los datos, específicamente en el mes de febrero al cual corresponde la coordenada en el grafico (15.6, 46.0), se representa a continuación la figura 9 en la cual se omitió este punto y se obtuvo una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la humedad, como en el caso del año 2017 y 2019. Sin embargo el coeficiente de determinación disminuyó a 25 % e igualmente el coeficiente de correlación a 0.5.

Figura 9. Correlación entre variables 2018



Con base en la figura 10, se puede evidenciar que la correlación de los datos disminuye respecto al año 2017; con un coeficiente de correlación (R) de 0.81 se establece una relación inversamente proporcional que no es fuerte, pero alcanza a ser significativa pues existe una afinidad de los datos con la línea de tendencia. Adicional a esto, con el coeficiente de determinación (R²) se puede analizar que en un 66% la humedad, para el año 2019, se vio afectada por los cambios en la temperatura. Igualmente, el p-value respalda la correlación de las variables ya que el análisis arrojó un valor de 0.0498, levemente menor al 5 % de la prueba, situándolo en la zona de aceptación (tabla 14).

En cuanto al modelo matemático se puede analizar que por cada aumento en la temperatura la humedad disminuye en una constante de 5.71.

Figura 10. Correlación entre variables 2019

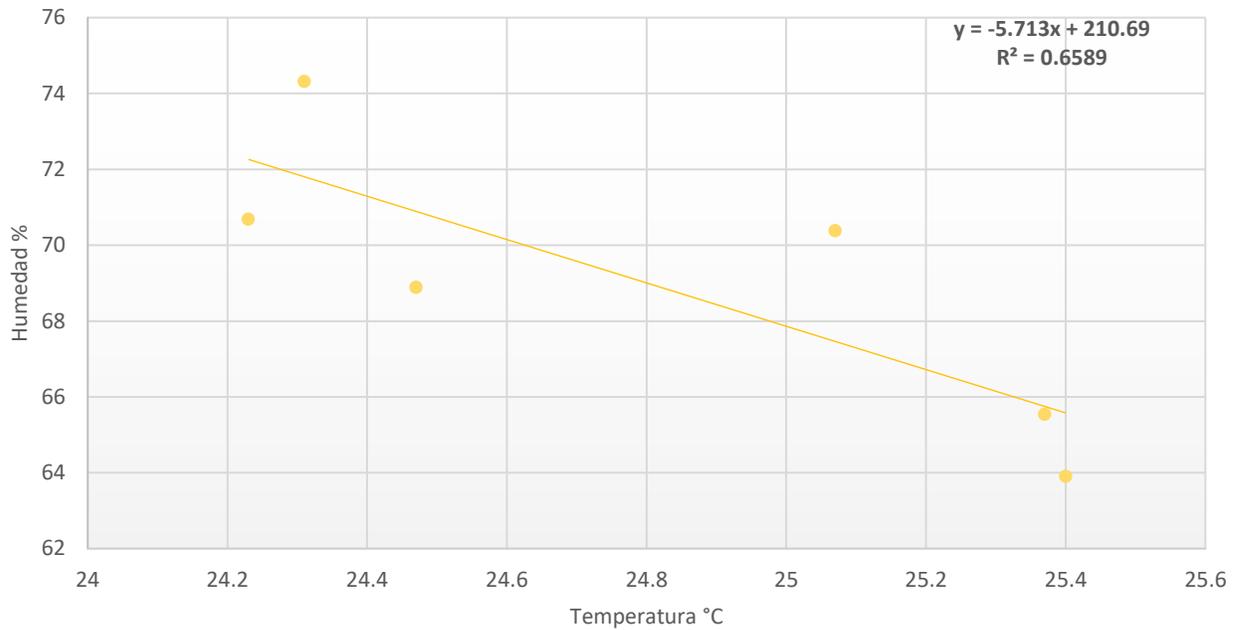


Tabla 14. Análisis de regresión 2019

| Regression output | | | | | confidence interval | |
|-------------------|--------------|------------|----------|---------|---------------------|-----------|
| variables | coefficients | std. error | t (df=4) | p-value | 95% lower | 95% upper |
| Intercept | 210.6883 | 51.0024 | 4.131 | .0145 | 69.0829 | 352.2936 |
| °C | -5.7130 | 2.0555 | -2.779 | .0498 | -11.4199 | -0.0061 |

4 *Discusión*

Revisando los datos tomados para las variables humedad y temperatura durante los tres años de estudio se evidenció que en términos generales dichas variables no presentaron diferencias significativas en términos de sus valores medios puesto para el caso de la temperatura el año con menor temperatura media presentada fue el 2018 con un valor de 23.27 °C, por el contrario fue el año 2017 en el cual se evidencio la mayor magnitud alcanzada para temperatura siendo esta de 24.93°C , con respecto al año 2019 su media fue considerablemente cercana a la del año 2017 registrando un valor de 24.80 °C. Sin embargo, cabe resaltar que el para el año 2017 se registró una temperatura 27.09 °C correspondiente al mes de febrero siendo esta las más elevada durante el transcurso de estos tres años, en términos del valor mínimo presentado en este periodo de tiempo se atribuye una temperatura de 15.6 °C presentada en febrero del 2018. Esto pudo ser ocasionado debido a la alta variación que encontró en los datos tomados para este mes del año.

Para el caso de la Humedad en este lapso de tiempo se obtuvo un promedio de 68.13 %, en el cual los valores medios oscilaron entre 65.78 % y 69.68 %, esto teniendo en cuenta que para el mes de julio de 2017 la humedad tuvo un valor de 75.01 % muy cercano al valor máximo presentado en el mes de mayo de 2019 con un porcentaje de 74.32, por el contrario, fue febrero de 2018 en el cual se registró la mínima humedad con un 47 %.

5 *Conclusiones*

- La temperatura en los tres años estudiados se situó principalmente entre 24 °C y 25 °C y las desviaciones estándar no superaron, en su gran mayoría, los 2 °C. La humedad por su parte presentó una variación en un intervalo más amplio, entre 60 % y 75 %, aproximadamente. Esto teniendo en cuenta la tendencia y el comportamiento normal de los datos.
- La relación entre las dos variables estudiadas es inversamente proporcional, es decir, por cada aumento en la temperatura la humedad disminuye en un valor constante. Mencionar que en principio dicha relación para el año 2018 fue directa debido a un dato atípico.
- El año 2018 fue el periodo de tiempo con mayor fluctuación en la temperatura y humedad pues los datos promedio oscilaron dentro de un rango más amplio y sus desviaciones estándar tomaron los valores más altos, cabe resaltar que esta dispersión se dio por algunas inconsistencias en los registros suministrados del mes de febrero del año en cuestión.
- La temperatura en 2018 disminuyó en 1.65 °C, respecto a 2017 y en 2019 aumentó en relación al año anterior en 1.52 °C, por otro lado, la humedad en 2018 disminuyó en 3.89 % con base al mes anterior y aumentó en 2019, 3.17 %. Esto significa que no se mantuvo una tendencia a aumentar o disminuir, pero los cambios si ocurrieron en magnitudes similares.

5.1 Recomendaciones

Valdría la pena emplear otros métodos o software estadísticos para comprender, en detalle, el comportamiento de las condiciones meteorológicas del municipio; adicionalmente, se sugiere considerar otras variables como radiación solar o presión atmosférica y aumentar el intervalo de años, a fin de consolidar un análisis más exacto de los cambios en el clima de El Socorro, posiblemente atribuibles a crisis atmosféricas actuales.

5.2 Planes para el trabajo futuro

Continuar realizando este tipo de análisis para monitorear la temperatura y la humedad del municipio y dependiendo de las variaciones puede ayudar a establecer criterios en áreas como la agricultura, entre otras.

6 Agradecimientos

Los autores expresan agradecimientos a la Universidad Libre seccional Socorro.

7 Referencias

- Ballester Diez, F. (s.f.). Meteorología y Salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad. *Rev Esp Salud Pública*, 70(3), 9.
- De Lorenzo, A., & Liaño, F. (2016). Altas temperaturas y nefrología a propósito del cambio climático. *Sociedad Española de Nefrología*, 493-499. Obtenido de www.revistanefrologia.com
- García et al, M. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 60-64.
- Guerrero Escamilla, J., Rangel Martínez, Y., & López Pérez, S. (2017). Predicción del calentamiento global mediante el desarrollo de un modelo de series de tiempo. *Ambiente y desarrollo*, 125-139. Obtenido de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.pcgmm>
- IDEAM. (2018). Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia. Bogotá, D.C.
- Quintero Herrera et al, L. (2015). Potential impact of climatic variability on the epidemiology of dengue in Risaralda, Colombia, 2010—2011. *Revista de Infección y Salud Pública*, 8(3), 291-297.
- Cedeño, S. (20 de enero de 2019). Consecuencias y efectos de la humedad para la salud. Recuperado el 27 de abril de 2020, de Mejor con salud: <https://mejorconsalud.com/consecuencias-efectos-de-la-humedad-salud/>
- Ministerio de medio ambiente. (s.f.). Cambio climático. Recuperado el 28 de abril de 2020, de <http://www.lineaverdeceutatraca.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/como-nos-afecta-el-cambio-climatico.asp>