



*Siqueiros. Los elementos, 1923, encáustica y fresco, Escuela Nacional Preparatoria, Ciudad de México.*



# La importancia de los métodos estadísticos en la investigación:

*Caso de estudio sobre las variables meteorológicas mensuales en la Ciudad de Bogotá en el periodo 1972-2016.*

*Por: Manuel Francisco Romero Ospina*  
mfromeroo@libertadores.edu.co /Fundación Universitaria Los Libertadores (Colombia)

*John Edward Forigua Parra*  
john.forigua@libertadores.edu.co/Fundación Universitaria Los Libertadores (Colombia)

## RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar la importancia de los métodos estadísticos en los proyectos de investigación como herramienta que permite alcanzar resultados significativos en cualquier área del conocimiento, por ejemplo, en el análisis de las variables meteorológicas. Se realizó un diseño no experimental sobre las variables de humedad relativa (%), temperatura mínima (°C), temperatura relativa media (°C) y temperatura máxima (°C) del aeropuerto El Dorado de la ciudad de Bogotá entre los años 1972 -2016.

Se aplicaron dos fases: en la primera fase se realizó un análisis descriptivo aplicando la media, la desviación y el coeficiente de variación, se evidenció la presencia de estacionalidad en cada variable, además, la temperatura mínima presentó heterogeneidad, igualmente se identificaron valores atípicos. En la segunda fase se aplicó una prueba ANOVA se utilizó las medidas mensual de cada año en donde se logró inferir con un alfa del 5% que existen diferencias significativas entre las variables meteorológicas, igualmente se asume el no cumplimiento del supuesto de normalidad e igualdad de varianza en algunas de estas variables, finalmente se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis en donde se evidencio que por lo menos existe diferencia significativa entre algunas de las medianas de estas variables. Se sugiere aplicar el método de Mann-Whitney para identificar qué medianas son diferentes en las variables meteorológicas.

### PALABRAS CLAVE

Meteorológicas, Investigación, Estadísticas, ANOVA, Método, Temperatura.

## ABSTRACT

The objective of this article is to present the importance of statistical methods in research projects as a tool to achieve significant results in any area of knowledge, for example, in the analysis of meteorological variables. A non-experimental design was carried out on the variables of relative humidity (%), minimum temperature (°C), mean relative temperature (°C) and maximum temperature (°C) of El Dorado airport in the city of Bogotá between the years 1972 -2016.

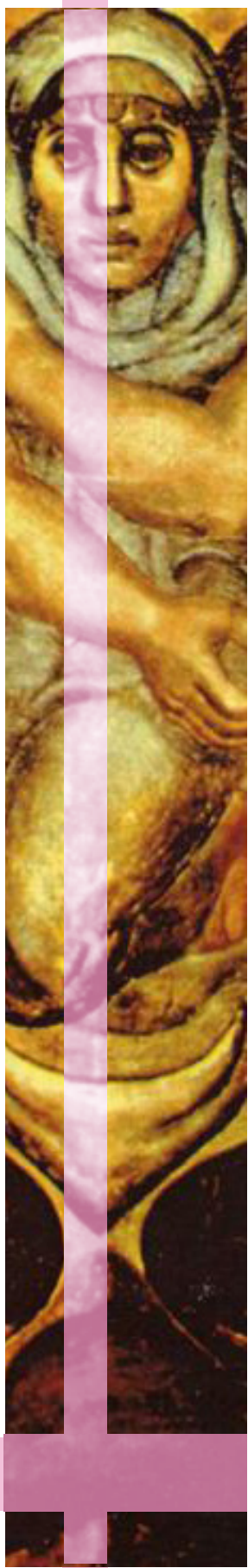
Two phases were applied: the first phase was a descriptive analysis applying the mean, deviation and coefficient of variation, the presence of seasonality in each variable was evidenced, in addition, the minimum temperature presented heterogeneity, outliers were also identified. In the second phase, an ANOVA test was applied, using the monthly measurements for each year, where it was possible to infer with an alpha of 5% that there are significant differences between the meteorological variables; it was also assumed that the assumption of normality and equality of variance was not met in some of these variables. It is suggested to apply the Mann-Whitney method to identify which medians are different in the meteorological variables.

### KEY WORDS

Meteorological variables, Research, Statistics, ANOVA, Method, Temperature.







## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la estadística está inmersa en todas las áreas del conocimiento y son amplias las aplicaciones y los retos que se presentan, es así como la enseñanza del área de la estadística en los diferentes niveles de formación educativa es de gran importancia. Para estudiantes que ingresan a la universidad requieren obtener los conocimientos básicos en la estadística, que les permita afrontar la gran cantidad de información que se encuentra cada día y deben procesar. Sin embargo, presentan varias deficiencias para conocer qué herramienta o método utilizar al momento de aplicarlo en un problema real (Zapata–Cardona, 2018).

Hay que mencionar que (Ramos Vargas, 2019) considera que “La educación estadística es un fenómeno que en los últimos años ha generado mayor interés, evidenciado en el incremento del número de investigaciones en todos los niveles educativos”. Es la estadística una herramienta en la investigación que permite alcanzar resultados significativos en cualquier campo, es por tal razón que la investigación debe ser fundamental en la formación del estudiante, para determinar qué tipo de método estadístico es el más adecuado para aplicar (Jacho Guashca et al., 2020).

Por otra parte (Gabriel, 2013) expone lo siguiente” El punto de arranque de toda propuesta de investigación se ubica en la identificación y selección del problema, en estos momentos debe estar presente la estadística, no como cálculo de estadísticos, sino como garantía para poder establecer relaciones entre las características que se analizan” Así mismo, podríamos señalar que el mundo actual está enfocado en la estadística y en la investigación, permitiendo tomar decisiones sobre aquellos problemas que afectan a los individuos o las comunidades. No sólo en poder hacer comparaciones entre pruebas, sino como una herramienta metodológica para el contraste de hipótesis en la investigación mediante diversos modelos estadísticos de manera significativa.

Un problema actual en donde la estadística y la investigación coexisten es con respecto a los problemas de aumento de la temperatura por efecto invernadero o gases de efecto invernadero (GEI). (Gaitán et al., 2007), un problema grave que afecta a la humanidad y todo su entorno debido a la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran su composición y afectan a cualquier componente del ecosistema, se conoce como contaminación atmosférica, el cual puede influir en el cambio climático (Instituto Nacional de Estadísticas Chile, 2019).

## MEDIO AMBIENTE

Uno de los principales retos ambientales actualmente se enfoca en los niveles de concentración de emisiones de contaminantes, los cuales constituyen un aspecto nocivo para la salud humana y la naturaleza en general. El principal

problema ambiental se denomina efecto invernadero o gases de efecto invernadero (GEI); es la concentración en la atmósfera de gases, en especial de dióxido de carbono, que produce un aumento de la temperatura (Olivo & Soto-Olivo, 2010). Otros gases que contribuyen a la generación de los GEI son: vapor de agua ( $H_2O$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el óxido nitroso ( $N_2O$ ), el metano ( $CH_4$ ) y el ozono ( $O_3$ ). En relación con lo anterior, “el vapor de agua, debido a su abundancia, es el gas natural de efecto invernadero más importante. El dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el gas de efecto invernadero en segundo lugar de importancia, se agrega a la atmósfera tanto de modo natural como antropogénico.” (Echeverri, 2006). Además, este autor subraya que “es necesario distinguir entre el efecto invernadero natural y el efecto invernadero antropogénico (calentamiento global)”.

Igualmente, la Organización Meteorológica Mundial presenta “evidencia que 2019, el segundo año más cálido, terminó con una temperatura media mundial de  $1,1^{\circ}C$  por encima de los niveles preindustriales, mientras la década 2010-2019 fue la más cálida desde que se hacen mediciones instrumentales” (Crespo, 2019).

En congruencia con lo anterior, la National Geographic (Crespo, 2019), mediante el secretario general de La Organización Meteorológica Mundial (*WMO, por sus siglas en inglés*) en la conferencia del IPCC de la COP25 reveló que:

La temperatura global ya ha aumentado a  $1^{\circ}C$  por encima de los niveles preindustriales. El tiempo restante para cumplir los compromisos del acuerdo de París para permanecer dentro de los  $2^{\circ}C$  se está agotando rápidamente, lo que requiere una acción inmediata” (Crespo, 2019).

En Colombia, los efectos del cambio climático causado por efecto de los GEI no han sido menores; The Global Carbon Project ubica a Colombia en el puesto 42 en emisión de GEI ( $97mtCO_2$ ) (Global Carbon Project, 2018), algunas investigaciones realizadas por el IDEAM y el CEPAL evidencian que: “el país ha encontrado evidencias del cambio climático durante el

periodo 1971 a 2000 equivalente a un aumento de temperatura media del país de  $0.13^{\circ}C$ ” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, 2013).

Asimismo, un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia de la sede de Medellín, con relación al cambio climático de la misma ciudad, durante cinco décadas (1960-2010) evidenció “...un incremento promedio de la temperatura media de  $0.8^{\circ}C$ , de  $1.3^{\circ}C$  para la temperatura mínima y de  $0.5$  para la temperatura máxima mientras la humedad relativa presentó una tendencia a disminuir en promedio  $2.3\%$ ” (González, Serna, & Betancur, 2019). Con relación a la ciudad de Bogotá, el efecto de cambio climático según el IDEAM se evidencia en un incremento en la temperatura, se estima que para el año 2040 la temperatura media anual aumentará un  $0.8^{\circ}C$ , para el 2070 la temperatura aumento  $1.4^{\circ}C$  y finalmente para el 2100 aumentará  $2.2^{\circ}C$  (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, 2016), constituyendo una seria problemática ambiental para el ser humano y su calidad de vida.

Por todo lo anterior, el presente proyecto de investigación se propone contestar la siguiente pregunta: ¿Se evidencian cambios significativos en las variaciones de temperatura media, máxima mínima y de la humedad relativa en la ciudad de Bogotá en el periodo 1974 al 2016?

## MARCO DE REFERENCIA

Como lo indica (Sánchez Zavaleta, 2016) la Convención Marco sobre Cambio Climático del 1992 definió al “cambio climático” como:

El cambio en el clima que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima que se ha observado sobre períodos de tiempo comparables. (Sánchez Zavaleta, 2016, pág. 128)

En 1999, el “calentamiento global” se definió como: “El incremento gradual en las

temperaturas promedio del aire cerca de la superficie y de los océanos desde mediados del siglo XX y su continua proyección.” (Sánchez Zavaleta, 2016).

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) define la temperatura como una medida del grado de calor o frío de un cuerpo o un medio de los tres parámetros que describen el régimen de la temperatura en un determinado lugar son la temperatura media, la máxima media y la mínima media, en la escala media mensual multianual. La temperatura es una magnitud física correspondiente a un estado térmico de la materia, que se relaciona frecuentemente con el concepto de frío o calor (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, s.f.). La percepción de temperatura depende de algunas variables ambientales como la temperatura máxima, media y mínima, humedad y velocidad del aire. La temperatura es la única variable meteorológica que tiene una relación lineal con la altitud, a mayor altura, menor temperatura (Vincenti, y otros, 2012).

Con relación a las variaciones de temperatura el IDEAM las define de la siguiente manera (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, s.f.):

- La temperatura media mensual corresponde al promedio de las temperaturas medias diarias del aire.
- La temperatura máxima es la mayor temperatura registrada durante un periodo de tiempo dado.
- La temperatura mínima del aire corresponde al valor más bajo de la temperatura del aire registrado en un lapso de tiempo.

La humedad relativa es una medida que permite saber que tan húmedo o seco (cantidad de vapor de agua) se encuentra el aire y se define como la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en un momento dado y la que contendría si estuviera saturado. Según (Barboza, 2013) el Calentamiento Global se define “como un fenómeno donde se muestra el incremento de la temperatura en la atmósfera terrestre y en los océanos durante las últimas décadas”.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Aspectos metodológicos

Se aplicó un diseño no experimental (Frías-Navarro & Pascual-Soler, 2020, pp. 90–101), se solicitaron los datos IDEAM de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto El Dorado de Bogotá, Coordenadas Geográficas: 04°42’ latitud Norte, 74°09’ longitud Oeste, elevación: 2547m. Las variables estudiadas fueron la humedad relativa (%), temperatura mínima (°C), temperatura relativa media (°C) y temperatura máxima (°C) de la ciudad de Bogotá correspondiente



al periodo 1972- 2016, cada base contenía 43 mediciones correspondientes a los años y 12 variables correspondientes a los meses. Los datos fueron trabajados mediante el uso del programa R-4.1.1 y RStudio 1.4.1717. Las fases para el desarrollo de este proyecto son:

- **Fase 1.** Estimar los promedios, desviaciones y coeficiente de variación (CV) mensuales de los valores medios de las temperaturas media, máxima y mínima al igual que la humedad relativa entre el periodo 1976 al 2016 empleando un análisis descriptivo unidimensional.
- **Fase 2.** Realizar un análisis ANOVA, correspondiente a los valores medios de las variables climáticas temperatura media, máxima y mínima al igual que la humedad relativa durante el periodo 1976 al 2017.

## DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### Fase uno

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en la primera fase correspondiente al análisis descriptivo de las variables meteorológicas. En la tabla 1, se observa la media, la desviación estándar y el CV mensual correspondiente al periodo de 1972- 2016 de las variables del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá. Estos resultados evidencian que CV tiene poca variabilidad en las mediciones, lo que indica que las variables son más homogéneas. En cambio, para la variable de la temperatura mínima se evidencia que los CV tiene alta variabilidad, muy dispersa, lo que indica una variación más heterogénea, como se muestra en la figura 1.

**Tabla 1**

Análisis descriptivo de las variables meteorológicas

|        | Humedad Relativa (%) |      |      | Temperatura Mínima °C |      |        | Temperatura Media °C |      |      | Temperatura Máxima °C |      |      |
|--------|----------------------|------|------|-----------------------|------|--------|----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
|        | Promedio             | SD   | CV   | Promedio              | SD   | CV     | Promedio             | SD   | CV   | Promedio              | SD   | CV   |
| 01.Jan | 78.16                | 3.35 | 4.29 | 0.54                  | 1.77 | 326.74 | 13.30                | 0.74 | 5.58 | 21.95                 | 1.13 | 5.14 |
| 02.Feb | 79.01                | 3.45 | 4.37 | 1.14                  | 2.77 | 241.98 | 13.66                | 0.79 | 5.80 | 22.51                 | 1.29 | 5.72 |
| 03.Mar | 80.47                | 3.41 | 4.24 | 2.51                  | 2.15 | 85.68  | 13.92                | 0.69 | 4.94 | 22.26                 | 1.08 | 4.87 |
| 04.Apr | 81.63                | 3.35 | 4.11 | 4.33                  | 2.11 | 48.63  | 14.08                | 0.61 | 4.35 | 21.89                 | 0.66 | 3.02 |
| 05.May | 81.41                | 3.05 | 3.74 | 4.77                  | 2.01 | 42.19  | 14.12                | 0.55 | 3.93 | 21.58                 | 0.93 | 4.29 |
| 06.Jun | 78.36                | 3.58 | 4.57 | 4.56                  | 1.78 | 39.04  | 13.89                | 0.57 | 4.09 | 20.88                 | 1.02 | 4.87 |
| 07.Jul | 76.81                | 3.03 | 3.94 | 4.09                  | 1.92 | 46.88  | 13.51                | 0.54 | 3.99 | 20.45                 | 0.80 | 3.89 |
| 08.Aug | 76.79                | 3.62 | 4.71 | 3.05                  | 2.07 | 67.77  | 13.51                | 0.59 | 4.37 | 21.10                 | 1.01 | 4.81 |
| 09.Sep | 77.91                | 3.62 | 4.64 | 2.38                  | 1.68 | 70.48  | 13.51                | 0.53 | 3.90 | 21.47                 | 0.97 | 4.51 |
| 10.Oct | 81.74                | 3.70 | 4.53 | 2.99                  | 1.55 | 51.97  | 13.55                | 0.52 | 3.85 | 21.55                 | 0.87 | 4.05 |
| 11.Nov | 82.88                | 3.07 | 3.71 | 3.28                  | 2.08 | 63.54  | 13.62                | 0.50 | 3.69 | 21.42                 | 0.91 | 4.23 |
| 12.Dec | 80.06                | 4.13 | 5.16 | 1.51                  | 2.63 | 173.85 | 13.41                | 0.71 | 5.26 | 21.50                 | 0.99 | 4.61 |

**Nota:** Se muestra los promedios mensuales, la desviación estándar (SD) y el Coeficiente de Variación (CV) de la humedad relativa, temperatura mínima, promedio y máxima de ciudad de Bogotá de la estación meteorológica del aeropuerto del Dorado correspondiente al período 1972-2016. Elaboración propia.



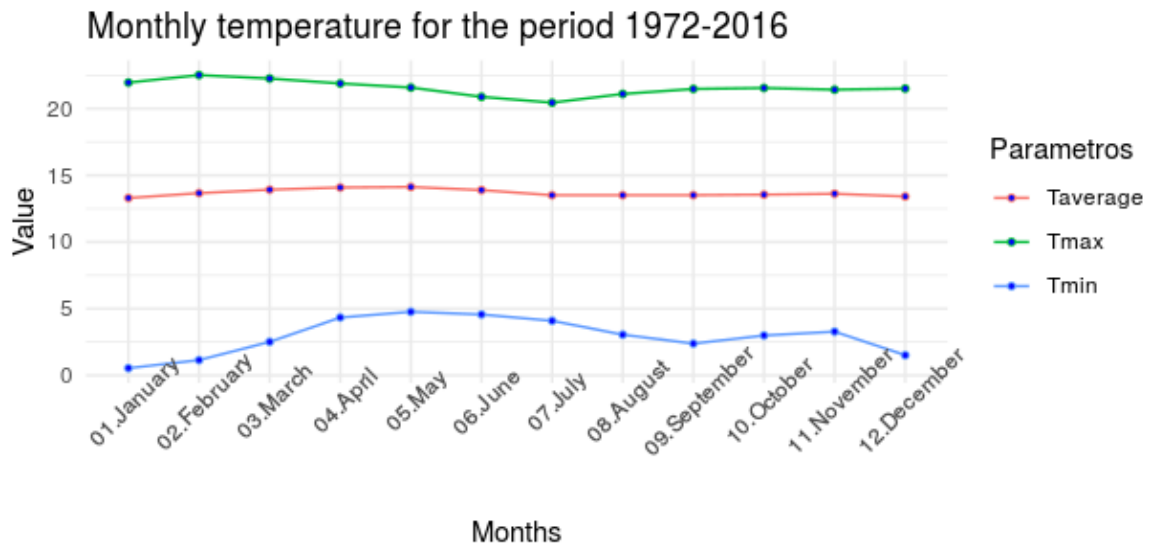


Figura 1: Los promedios mensuales de la temperatura promedio, Máxima y mínima correspondientes al periodo de 1972- 2016 del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá. Elaboración propia

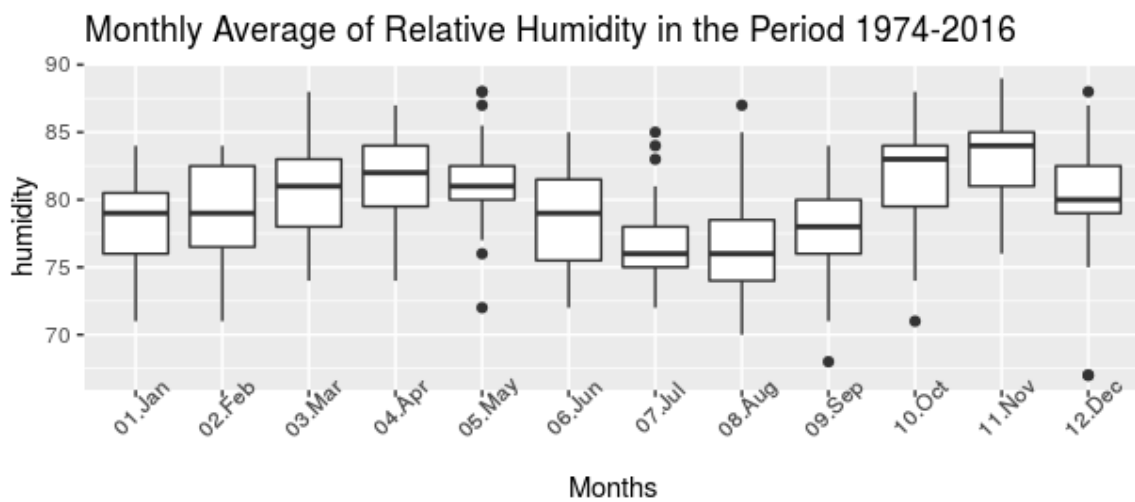


Figura 2. **DIAGRAMA DE BOXPLOT.** Boxplot de la humedad relativa mensual correspondiente correspondientes al periodo de 1972- 2016 del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá. Elaboración propia.



Ahora bien, en la figura 2, presenta estacionalidad y para los meses de mayo, julio, agosto, septiembre, octubre y diciembre se observan valores atípicos en la humedad relativa. En la figura 3, presenta estacionalidad y en los meses de febrero y de diciembre se presentaron

temperaturas atípicas. En la figura 4, presenta estacionalidad y para los meses de febrero, marzo y noviembre presentan temperaturas promedio atípicas. En la figura 5, presenta estacionalidad y en los meses de enero, marzo, agosto y octubre se presentan temperaturas altas atípicas.

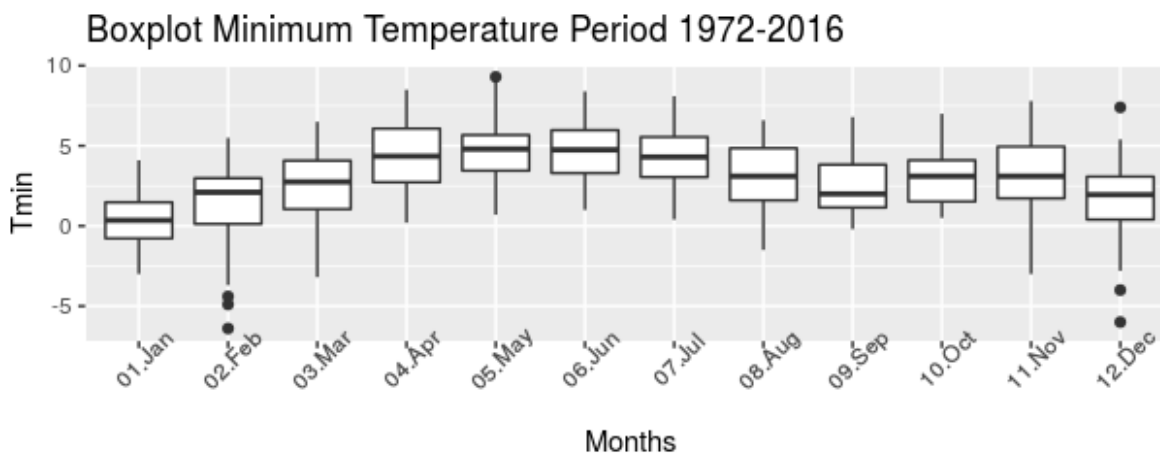


Figura 3. Boxplot de la temperatura mínima mensual correspondientes al periodo de 1972- 2016 del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá. Elaboración propia.

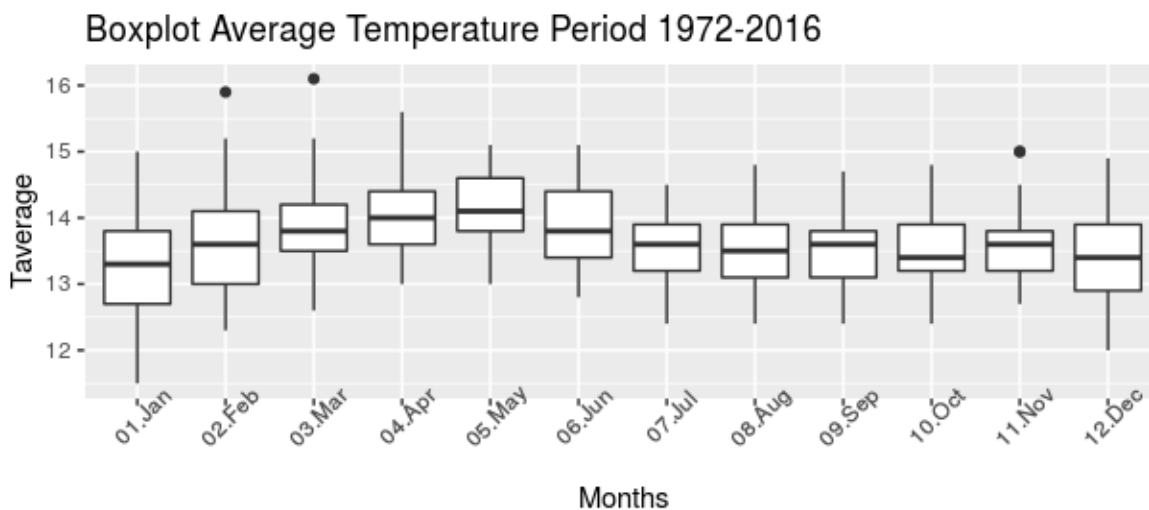


Figura 4. Boxplot de la temperatura media mensual correspondientes al periodo de 1972- 2016 del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá. Elaboración propia.

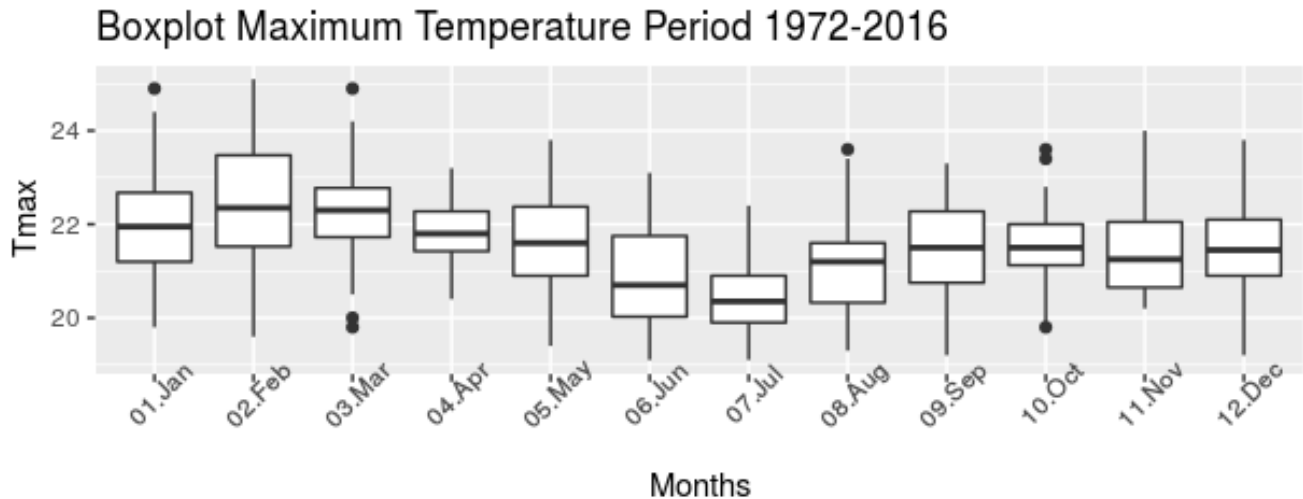


Figura 5. Boxplot de la temperatura máxima mensual correspondientes al periodo de 1972- 2016 del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá. *Elaboración propia.*



## Fase dos

### *Análisis ANOVA y supuestos*

En la fase dos se realizó un análisis ANOVA de un factor, donde las variables meteorológicas corresponden a la variable independiente y el factor son los meses entre el periodo 2072 al 2016. Igualmente se aplicarán los supuestos de Aleatoriedad, Homogeneidad y Normalidad de los residuos del modelo ANOVA para un nivel de significancia del 0.05, como se observa en la tabla 2; en la que se puede afirmar que las variables meteorológicas estudiadas en el periodo 1972 – 2016 presenta por lo menos alguna diferencia significativa en las variables meteorológicas correspondiente a cada mes. Igualmente, se puede afirmar que las variables Humedad relativa y temperatura mínima presentan homogeneidad de varianza, por el contrario, las variables temperatura media y máxima presentan heterogeneidad. Finalmente, las variables Humedad relativa, temperatura mínima y temperatura media no presentan una distribución normal de los residuos del modelo ANOVA caso contrario de la variable temperatura máxima.

**Tabla 2**

Análisis ANOVA y supuestos

| Variables<br>Metrológicas            | Humedad Relativa | Temperatura Mínima | Temperatura Media | Temperatura Máxima |
|--------------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <b>p-valores prueba ANOVA</b>        | 2e-16            | 2e-16              | 8.6e-14           | 2e-16              |
| <b>p-valores prueba Levene</b>       | 0.8962           | 0.07819            | 0.02506           | 0.005943           |
| <b>p-valores prueba Shapiro Wilk</b> | 0.01188          | 0.01164            | 0.01445           | 0.2985             |

Nota: Se muestra los resultados de los p-valores de la prueba ANOVA para Aleatoriedad, homogeneidad y normalidad de las variables meteorológicas mensuales entre el periodo 1972- 2016. Elaboración propia.

**Tabla 3.**

Prueba de Kruskal- Wallis

| Variables<br>Metrológicas               | Humedad Relativa | Temperatura Mínima | Temperatura Media | Temperatura Máxima |
|---|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <b>p-valores prueba kruskal- Wallis</b> | 2.2e-16          | 2.2e-16            | 6.234e-12         | 2.2e-16            |

Nota: Se muestra los resultados de los p-valores de la prueba de kruskal- Wallis para la distribución normal. Elaboración propia

### **Pruebas no paramétricas**

Al no cumplir con la mayoría de los supuestos en la prueba ANOVA, aplicamos pruebas no paramétricas, para este estudio se aplicó exactamente la de H de Kruskal- Wallis que es semejante a la prueba ANOVA. Para la prueba H de Kruskal-Wallis la cual no requiere el supuesto de la normalidad en la población ni homogeneidad

en las varianzas, como lo señala (Bautisa, Gómez & Lara, 2003) “la prueba Kruskal Wallis es una prueba no paramétrica que permite la comparación de medias de varias poblaciones y que es robusto frente al incumplimiento del supuesto de normalidad y de igualdad de varianzas”. En la tabla 3, en la prueba Kruskal- Wallis es significativo, es decir, existe por lo menos una diferencia entre algunas de las medianas de las variables meteorológicas.



## CONCLUSIONES

La aplicación de los métodos estadísticos y de la investigación es vital para los estudiantes que ingresan a la universidad, es muy importante para su formación profesional. Esta formación le permite al estudiante profundizar en identificar los problemas, establecer la hipótesis, el diseño estadístico y poder encontrar la solución.

Unos de los problemas más preocupantes actualmente a nivel local, es sobre el cambio climático, en donde los métodos estadísticos se aplican en investigación sobre este tema, donde se pueda medir el impacto sobre la afectación.

Con relación al desarrollo del proyecto, en estas dos fases podemos identificar la presencia de variación en las variables meteorológicas correspondientes al periodo de 1972- 2016 del aeropuerto El Dorado en la ciudad de Bogotá, la variable de temperatura mínima es la que presenta mayor variación.

En la primera fase de la investigación se puede observar que las variables meteorológicas Humedad relativa, temperatura media y máxima mensual correspondiente al periodo 1972- 2016 presentaron homogeneidad, es decir, que los coeficientes de variación son bajos; con relación a la variable de la temperatura mínima presentó coeficiente de variación altos, que indica presenta de heterogeneidad. También, cabe resaltar que los resultados evidenciaron la presencia de estacionalidad en los valores de las medianas y de medidas atípicos.

En la segunda fase, se puede observar en la prueba ANOVA con un alfa de 5% se evidencia diferencias significativas entre cada mes correspondiente al periodo 1972 - 2016 en la estación meteorológica del Aeropuerto de la ciudad de Bogotá. También se evidencio el no cumplimiento de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de los residuos. Sin embargo, al aplicar la prueba de H de Kruskal- Wallis, se comprobó la existencia de diferencias significativas.

Se sugiere una tercera fase para aplicar un método que permita identificar cuáles de las medianas que presenta significancia, para lo cual se recomienda aplicar el método de comparación Post-Hoc. Como lo indica (Dytham, C,2011) para métodos de comparación Post-Hoc más utilizado para una prueba de Kruskal-Wallis es el Test de Mann-Whitney.



## REFERENCIAS

- Bautista, G. O. M., Gómez, F. R., & Lara, J. L. A. (2003). Impacto del aseguramiento sobre uso y gasto en salud en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.
- Barboza, O. (2013). Calentamiento global: La máxima expresión de la civilización petrolifera. *Revista del Cesla*, 16, 35-68.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (2013). Panorama del cambio climático en Colombia (Vols. 146, Serie Medio Ambiente y Desarrollo). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Crespo, C. (6 de Diciembre de 2019). La Organización Meteorológica Mundial alerta sobre el grave estado global del clima en la COP25. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.com/ciencia/2019/12/organizacion-meteorologica-mundial-alerta-sobre-grave-estado-global-del-clima>
- Dytham, C. (2011). *Choosing and using statistics: a biologist's guide*. John Wiley & Sons.
- Frias-Navarro, D., & Pascual-Soler, M. (2020). *Diseño de la investigación, análisis y redacción de los resultados. Edición 1a, septiembre de 2020*. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KNGTP>
- Echeverri, C. A. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 85-96. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242006000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242006000200008)
- Global Carbon Project. (2018). Atlas del Carbono Global - Emisiones de combustibles fósiles. Obtenido de <http://www.globalcarbonatlas.org/es/CO2-emissions>
- González, M. F., Serna, C. P., & Betancur, L. F. (2019). Cambio climático en la ciudad de Medellín - Colombia. *Dyna*, 86(209), 312-318. doi:10.15446/dyna.v86n209.69531
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (s.f.). Acerca de la entidad. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad>
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (2016). Caracterización general del escenario de cambio climático para Bogotá. Obtenido de Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático: <https://www.idiger.gov.co/rcc>
- Maya, C. J., & Villegas, H. (2004). Inclusión y homogeneidad en la valoración de la desigualdad. *Política y cultura*, 22, 199-224. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-77422004000200011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422004000200011)
- Manzano, J. A., & Jiménez, E. U. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Olivo, M. d., & Soto-Olivo, A. (2010). Comportamiento de los gases de efecto invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 14(57), 221-230. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212010000400002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212010000400002&lng=es&tlng=es).
- Restrepo-Betancur, L., Peña-Serna, C., & Martínez-González, M. (2019). Cambio climático en la ciudad de Medellín - Colombia, en un. *DYNA*, 312-318.
- Reyes, A. (2016). Desarrollo Multimedia. (Facultad de Estudios a Distancia, Ed.) Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: [http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/odin/odin\\_](http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/odin/odin_)
- Sánchez Zavaleta, C. (2016). Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 128-138.
- Vincenti, S., Zuleta, D., Moscoso, V., Jácome, P., Palacios, E., & Villacís, M. (2012). Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito. *LA GRANJA, Revista de Ciencias de la Vida*, 16(2), 23-47.
- Zapata-Cardona, L. (2018). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana*, 10, 30-41. <https://doi.org/10.14409/yu.v0i10.7695>
- Jacho Guashca, A. D., Loaiza Campoverde, I. H., & López Salazar, J. L. (2020). La importancia de la estadística para el éxito de resultados en una investigación. *Espirales. Revista multidisciplinaria de investigación*, 32-41. <https://doi.org/10.31876/is.v3i1.9>

Ramos Vargas, L. F. (2019). La educación estadística en el nivel universitario: retos y oportunidades. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(2), 67–82. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.1081>

Gabriel, J. (2013). Validación de una investigación usando la estadística como herramienta. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 1(1), 55–57. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2013.010100055>

Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, 26, 81–92. <https://doi.org/10.16924/revinge.26.10>

Instituto Nacional de Estadísticas Chile. (2019). Medio Ambiente Informe Anual 2019. Medio Ambiente Informe Anual 2019, 1–175. [https://www.ine.cl/docs/default-source/variables-basicas-ambientales/publicaciones-y-anuarios/informe-anual-de-medio-ambiente/informe-anual-de-medio-ambiente-2019.pdf?sfvrsn=32224137\\_2](https://www.ine.cl/docs/default-source/variables-basicas-ambientales/publicaciones-y-anuarios/informe-anual-de-medio-ambiente/informe-anual-de-medio-ambiente-2019.pdf?sfvrsn=32224137_2)

