



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 20 de septiembre del 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

DORA PATRICIA SALDAÑA GUTIERREZ _____, con C.C. No. 1075279669 _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

Titulado **Variabilidad de la Temperatura en la Ciudad de Neiva en el Periodo 2011-2020 Aplicando**

Series de Tiempo

presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de

ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Dora Patricia Saldona G.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA EN LA CIUDAD DE NEIVA EN EL PERIODO 2011-2020 APLICANDO SERIES DE TIEMPO

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SALDAÑA GUTIERREZ	DORA PATRICIA

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
BERNAL CASTRO	EDGAR ANDRES

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA

FACULTAD: CIENCIAS EXACTAS

PROGRAMA O POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN ESTADISTICA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2022

NÚMERO DE PÁGINAS: 52

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías ___ Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general ___ Grabados ___

Láminas ___ Litografías ___ Mapas ___ Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas

o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Word, lector pdf

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

1. Comportamiento meteorológico
2. parámetros
3. efecto invernadero
4. fenómeno
5. calentamiento global

Inglés

- Meteorological behavior
parameters
greenhouse effect
phenomenon
global warming



RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La variabilidad de la temperatura es uno de los factores más importantes de estudio en el cambio climático, por lo tanto, el principal objetivo es conocer la variabilidad de la temperatura en la ciudad de Neiva con el fin de encontrar soluciones futuras que permitan mitigar el problema del cambio climático que es de gran preocupación para todos en el planeta.

En este trabajo se presenta el comportamiento del cambio climático a nivel global, continental y territorial de país, con el fin de comparar y analizar las razones de la variabilidad de las temperaturas. La metodología utilizada en esta investigación se realizó mediante un estudio estadístico descriptivo relacional entre la variabilidad de las temperaturas y los factores que intervienen en dichos cambios.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The variability of temperature is one of the most important factors of study in climate change, therefore, our main objective is to know the variability of temperature in the city of Neiva in order to find future solutions that allow us to mitigate the problem of climate change that is of great concern for the entire planet.

In this work we present the behavior of climate change at the global, continental and territorial level of our country, in order to compare and analyze the reasons for the variability in temperatures. The methodology used in this research was carried out by means of a descriptive statistical relational study between the variability of temperatures and the factors involved in such changes.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: **JAIME POLANIA PERDOMO**

Firma:

Nombre Jurado: **JHONATAN GUTIÉRREZ GARAVIZ**

Firma:

**Variabilidad de la Temperatura en la Ciudad de Neiva en el Periodo 2011-2020 Aplicando
Series de Tiempo.**

Dora Patricia Saldaña Gutiérrez

Facultad De Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Surcolombiana

Especialización en Estadística

20 de septiembre de 2022

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA

CARTA DE ACEPTACIÓN

En calidad de Coordinador del Posgrado Especialización en Estadística, programa reconocido por el Ministerio de Educación Nacional mediante Resolución de Registro Calificado No. 3683 del 2 de marzo de 2018 y adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Surcolombiana, me permito informar que el trabajo de investigación titulado: **“VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA EN LA CIUDAD DE NEIVA EN EL PERIODO 2011-2020 APLICANDO SERIES DE TIEMPO”** presentado por la estudiante Dora Patricia Saldaña Gutiérrez; es **ACEPTADO** como trabajo de grado para optar el título de Especialista en Estadística.

Para constancia se firma en la Ciudad de Neiva, a los diecisiete (17) días del mes de septiembre del año 2022.



JAIME POLANÍA PERDOMO
Coordinador

Página de Agradecimiento

En primer lugar, gracias a Dios por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida con éxito, a mi madre, quien es mi motor y mi mayor motivación, que siempre ha estado a mi lado acompañándome y apoyándome en cada momento de vida, a quien debo todo lo que soy, gracias por acompañarme en mis largas horas de estudio y motivarme a continuar mi carrera profesional.

En segundo lugar, quiero agradecer a una docente que ha sido para mí de apoyo e inspiración profesional y que forma parte importante en este logro culminado, a quien admiro por su dedicación, amor y entrega por su trabajo, de quien he aprendido mucho. Gracias a la profe Jasmidt Vera.

Agradezco a mi compañera de vida por apoyarme y acompañarme hacer de este sueño una realidad. Hoy cierro este hermoso capítulo con mucho amor y gratitud con cada una de las personas que hicieron parte de esta historia.

Resumen

La variabilidad de la temperatura es uno de los factores más importantes de estudio en el cambio climático, por lo tanto, el principal objetivo es conocer la variabilidad de la temperatura en la ciudad de Neiva con el fin de encontrar soluciones futuras que permitan mitigar el problema del cambio climático que es de gran preocupación para todos en el planeta.

En este trabajo se presenta el comportamiento del cambio climático a nivel global, continental y territorial de país, con el fin de comparar y analizar las razones de la variabilidad de las temperaturas. La metodología utilizada en esta investigación se realizó mediante un estudio estadístico descriptivo relacional entre la variabilidad de las temperaturas y los factores que intervienen en dichos cambios.

clave: Comportamiento meteorológico, parámetros, efecto invernadero, fenómeno, calentamiento global.

Abstract

The variability of temperature is one of the most important factors of study in climate change, therefore, our main objective is to know the variability of temperature in the city of Neiva in order to find future solutions that allow us to mitigate the problem of climate change that is of great concern for the entire planet.

In this work we present the behavior of climate change at the global, continental and territorial level of our country, in order to compare and analyze the reasons for the variability in temperatures. The methodology used in this research was carried out by means of a descriptive statistical relational study between the variability of temperatures and the factors involved in such changes.

Key words: Meteorological behavior, parameters, greenhouse effect, phenomenon, global warming.

Índice de Contenidos

Página de aceptación	¡Error! Marcador no definido.
Página de Agradecimiento.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	4
Índice de Contenidos	5
Índice de Tablas.....	8
Índice de figuras.....	9
Introducción.....	11
1.Planteamiento del Problema	12
2. Marco Teórico.....	13
2.1 Cambio climático.....	15
2.2 Factores más relevantes causantes del cambio climático a nivel mundial ...	16
2.2.1 Causantes Naturales	16
2.2.2 Causantes Antropogénicos	16
2.3 <i>Causas de la Variabilidad del Clima</i>	17
2.4 <i>Cambio Climático en el Continente Latinoamericano</i>	18
2.5 <i>Cambio Climático en Colombia</i>	19
2.6 <i>Cambio Climático en el Huila</i>	20
2.7 <i>Cambio Climático en Neiva</i>	21
2.8 <i>Series de Tiempo</i>	22
2.8.1 Tendencia Secular.....	22
2.8.2 Variación Estacional	22
2.8.3 Variación Cíclica	23
2.8.4 Variación Irregular	23

2.8.5 Clasificación Descriptiva de las Series Temporales	23
3.Objectivos	25
3.1 General	25
3.2 Específicos.....	25
4. Justificación	26
5.Hipotesis y Variables	27
5.1 Hipótesis	27
5.2 Variables	27
6. Definición de términos centrales	28
6.1 Cambio Climático.....	28
6.2 Temperatura	28
6.3 Variabilidad Temperatura	29
6.4 Series de Tiempo.....	29
7. Alcances y Limitaciones	30
7.1 Alcances.....	30
7.2 Limitaciones	30
8. Diseño Metodológico	31
8.1 Enfoque de investigación	31
8.2 Diseño estadístico	31
8.3 Población de estudio	31
8.4 Diseño Muestral.....	32
8.5 Instrumentos y materiales	32
8.6 Proceso de recolección de los datos.....	32
8.7 Sistematización de la información.....	32
9. Resultados	34
10. Conclusiones	49

11. Recomendaciones	50
12. Referencias	51
11.1 Bibliografía	51

Índice de Tablas

Tabla 1 Descripción de la temperatura °C por año en la ciudad de Neiva	34
Tabla 2 Descripción de la temperatura °C en las tres tomas diarias (2011-2020) en la ciudad de Neiva	36

Índice de figuras

Figura 1 El Calentamiento Mundial Registrado en el Siglo XX.....	14
Figura 2 Temperatura promedio de los años (2011-2020) de la ciudad de Neiva.....	35
Figura 3 Descripción de la temperatura en °C por año en la ciudad de Neiva	36
Figura 4 Descripción de la temperatura °C en las tres tomas diarias (2011-2020).....	37
Figura 5 Promedio de las tomas de temperaturas a las 7:00 a.m. (2011-2020)	38
Figura 6 Promedio Anual de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 a.m. (2011	38
Figura 7 Serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 a.m. (2011-2020).....	39
Figura 8 Descomposición de la serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 a.m. (2011-2020).....	40
Figura 9 Promedio de las tomas de temperaturas a las 1:00 p.m. (2011-2020)	41
Figura 10 Promedio Anual de las Tomas de Temperaturas a las 1pm (2011-2020)	41
Figura 11 Serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas a las 1pm (2011-2020).....	42
Figura 12 Descomposición de la serie de tiempo de las tomas de temperaturas a la 1:00 p.m. (2011-2020).....	43
Figura 13 Promedio de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)	43
Figura 14 Promedio anual de las tomas de temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)	44
Figura 15 Serie de tiempo de las tomas de temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)	44
Figura 16 Descomposición de la serie de tiempo de las tomas de temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020).....	45
Figura 17 Temperatura Promedio Mes a Mes (2011-2020) de la ciudad de Neiva	45
Figura 18 Observación de temperatura promedio mes a mes (2011- 2020)	46

Figura 20 Comportamiento de la temperatura promedio anual (2011-2020) 46

Figura 19 Descomposición de la serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas Promedio Mes a Mes (2011-2020)..... 47

Figura 21 comportamiento de la temperatura promedio mes a mes.....**¡Error! Marcador no definido.**

Introducción

La variabilidad de la temperatura depende de diferentes factores causantes del cambio climático los cuales pueden ser naturales o antropogénicos. El aumento de gases de efecto invernadero como lo es el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los gases clorofluorocarbonos, mayormente son producidos por actividades humanas contaminado y causando retención de radiación solar dentro de la atmosfera terrestre y generando impactos ambientales como es aumento de la temperatura del ambiente, fenómenos del niño y la niña, aumento del nivel del mar a causa del derretimiento del hielo, extinción de diferentes especies de flora y fauna, riesgos para la salud y pobreza y desplazamiento a causa de desastres naturales Según las Naciones Unidas, Acción por el cambio climático (ONU, s,f)

En la última década, del 2011 al 2020, se ha registrado el mayor calentamiento hasta la fecha. Desde los años 80, cada década ha sido más cálida que la anterior. En casi todas las zonas se han producido más olas de calor y días más calurosos. La elevación de las temperaturas provoca un aumento en las enfermedades relacionadas con el calor y hace que trabajar en exteriores sea más difícil. Se producen incendios incontrolados con mayor facilidad y se extienden más rápidamente cuando el ambiente es más cálido. Las temperaturas del Ártico se han elevado al menos el doble de rápido que la media mundial.

Por lo que estudiar la variabilidad climática es de interés mundial, conocer el comportamiento de la temperatura en los últimos tiempos y buscar las causas de este impacto ambiental es necesario para encontrar soluciones que permitan mitigar dicho impacto y no llegar a un punto de no retorno.

1.Planteamiento del Problema

Neiva es una ciudad que ha venido sufriendo los efectos del cambio climático en los últimos tiempos provocados a causa del ser humano. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define al Cambio climático en su primer artículo, como el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 2005) de acuerdo con lo anterior el cambio climático es un fenómeno que está afectando todo el planeta.

La variabilidad del clima es la causa de tormentas, inundaciones, incendios, sequía extrema, altas y bajas temperaturas, generando impactos socio culturales y económicos. Los cambios de temperatura se deben mayormente a las emisiones de gases efecto invernadero producidos por el ser humano, lo que nos lleva a estudiar las causas de dichos impactos y analizar la variabilidad de la temperatura de acuerdo con los factores causantes.

Neiva es una ciudad que presenta cambios bruscos en la temperatura y se observa que economía en el sector comercial, industrial y agropecuario ya que muchas de estas actividades dependían de las estacionalidades del año y de un ambiente sin el fenómeno del cambio climático presente, la reforestación de la ciudad también es un factor afectado ya que los cambios de temperaturas, sequias y lluvias extremas hacen más difícil la adaptación de los árboles al suelo aumentando el índice de mortalidad.

¿Qué variabilidad presenta la temperatura en la ciudad de Neiva en los últimos diez años?

2. Marco Teórico

Antecedentes Teóricos

En esta parte del proyecto se busca entender las características principales del cambio climático y como se puede analizar la variabilidad de la temperatura mediante una serie de tiempo, así que se hará una contextualización de lo que es el cambio climático, que es la variabilidad de temperaturas, qué factores son más relevantes e influyentes en dicha variabilidad y como esta problemática afecta la ciudad de Neiva.

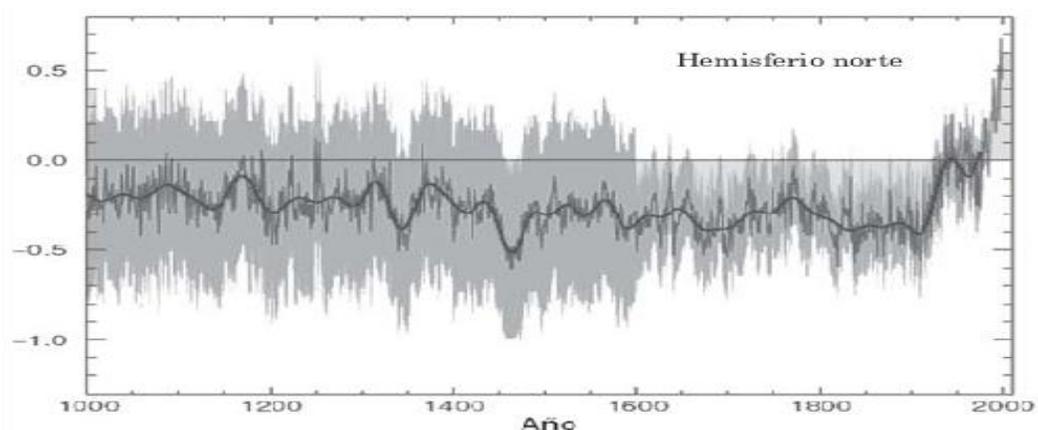
Teniendo en cuenta el cambio climático a nivel general y las tendencias de los registros de las temperaturas encontramos que según (González et al, 2003):

La reconstrucción de las anomalías en la temperatura media anual de la superficie terrestre en el hemisferio norte durante el último milenio (año 1000 a 1980); misma reconstrucción suavizada mediante una media móvil de 40 años; datos meteorológicos de 1902 a 1999; y tendencia lineal del año 1000 a 1900. Se aprecia claramente que la temperatura en el último siglo ha aumentado de manera inusual contraponiéndose a la tendencia a la baja que se observa hasta 1900. (p. 111)

Esto nos indica que la temperatura en el último siglo en el hemisferio norte tuvo un aumento considerable como se aprecia en la Figura 1 que se puede atribuir al fenómeno del calentamiento global a causa del aumento en los índices de gases de efecto invernadero producidos por actividades humanas que no regulan la producción de dióxido de carbono CO₂, metano CH₄, óxido nitroso N₂O y gases fluoruros, estos gases se producen mayormente por la quema de combustibles fósiles, producción agrícola, descomposición de residuos entre otras actividades de la industria.

Figura 1

El Calentamiento Mundial Registrado en el Siglo XX



Nota. La figura muestra el comportamiento de las temperaturas del hemisferio norte en el último milenio. (Fuente: **(González et al, 2003)** publicada en la página de IPCC²⁰).

De acuerdo con el Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación, el promedio de la temperatura en el aire ha tenido un aumento del 0.74C° entre los años 1906 y 2005 y las temperaturas oceánicas han incrementado en profundidades hasta de 3.000 m. (Conde y Saldaña, 2007)

Esto nos indica que posiblemente a futuro el aumento de la temperatura continúe implicando consecuencias adversas para el planeta como sequías extremas, ondas de calor y derretimiento de los polos.

Teniendo en cuenta las condiciones geográficas que presenta el territorio colombiano ubicado entre los trópicos de cáncer y capricornio tiende a tener altas temperaturas por recibir mayor cantidad de energía solar. Según Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia la diferencia entre el ciclo anual y diario de temperatura del aire.

El ciclo anual, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la del más frío es pequeña (aproximadamente 2°C), mientras que en ciclo diario la diferencia entra la mínima y la máxima es bastante amplia (puede alcanzar hasta 20°C). (IDEAM , 2018)

Esto nos indica que el territorio colombiano presenta picos de temperatura con una gran diferencia entre la más baja y la más alta durante el año.

Neiva se encuentra ubicada en la región andina de Colombia, siendo esta la región con mayor densidad poblacional del país, que cuenta con tres cordilleras y una gran riqueza en flora, fauna y fuentes hídricas como yacimientos, lagos y ríos.

Neiva es una ciudad con temporadas cortas de veranos e inviernos con una altura de 442 metros sobre el nivel con una temperatura promedio anual entre los 23°C y los 33°C.

2.1 Cambio climático

El cambio climático se entiende como un fenómeno provocado de forma directa o indirecta por la actividad humana alterando la composición de la atmósfera y provocando el efecto invernadero reteniendo gran parte de la energía solar reflejada por el suelo y causando el aumento de la temperatura en la tierra, por otra parte, también se debe a la variabilidad natural del clima y la posición geográfica de cada lugar.

De acuerdo con el (IDEAM, 2021) “se llama cambio climático a la alteración de las condiciones predominantes. Los procesos externos tales como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica son factores que tienen gran importancia en el cambio climático”. La vida terrestre depende de ciertos factores y características que al variar su estructura ponen en riesgo la supervivencia de los seres vivos, es por ello que la combinación de ciertos factores garantizan las condiciones necesarias para la vida, como lo es la distancia correcta del sol y la presencia de la atmósfera en el ciclo del agua, ya que hace cuatro mil millones de años la energía del sol en la tierra produjo lo que hoy en día conocemos como efecto invernadero, estos en gran parte son absorbidos por el suelo o el mar reflejados a la atmósfera y capturados por algunos gases (

gas carbónico, metano y vapor ácuo) que retienen el calor del sol y general el aumento de la temperatura.

2.2 Factores más relevantes causantes del cambio climático a nivel mundial

El cambio climático se presenta principalmente por dos causas, causantes naturales y causantes antropogénicos, la atmosfera terrestre requiere de una justa proporción de gases efecto invernadero para sostener condiciones habitables para la vida humana. El cambio climático principalmente se manifiesta en los cambios de precipitación y temperatura generando impactos negativos en las condiciones de vida terrestre. Según (Fernández, 2013)

El dióxido de carbono es el GEI más importante, y el mayor contribuyente al calentamiento atmosférico. Su emisión se ha incrementado entre 1970 y 2004 en un 80%, pasando de 21 a 30 Gt (Gigatoneladas), representando el 77% de todas las emisiones de GEI. Lo más preocupante es que mientras en el periodo 1970-1994 las emisiones de CO₂-equivalente se incrementaron a un ritmo de 0,43 gigatoneladas por año, en la década 1995-2004 ese incremento alcanzo las 0,92 gigatoneladas anuales.

2.2.1 Causantes Naturales

Los causantes naturales del cambio climático y la variabilidad en las temperaturas son efectos que se ven reflejados en largos periodos de tiempo y que no nos afectan a una escala humana es por ello que no alcanzamos a percibir dichas causas, los movimientos de rotación y translación de la tierra como la descomposición natural de las plantas son los principales causantes naturales del cambio climático sin embargo estas cusas no implican un efecto a gran escala en comparación con las causadas por la actividad humana.

2.2.2 Causantes Antropogénicos

Los principales factores del cambio climático con efectos en cortos periodos de tiempo de diez a 50 años son consecuencia directa o indirecta del ser humano fomentando las emisiones de gases efecto invernadero según (Ávila, 2009):

Por millones de años, las cantidades existentes de gases de efecto invernadero (GED) mantuvieron un equilibrio global al ser emitidos naturalmente mediante la descomposición de materiales de plantas y animales, y absorbidos por los océanos y bosques. Pero, a partir de la Revolución Industrial, cambiaron drásticamente las fuentes de emisión. Las actividades productivas modernas condujeron a un enorme incremento en la extracción de energía de combustibles fósiles, siendo primero el carbón, y luego el petróleo y el gas natural.

siendo así se pueden estudiar otros causantes del cambio climático como lo es el transporte, que contribuye en una gran parte con la producción de dióxido de carbono mediante la quema de combustibles fósiles en el funcionamiento de coches, camiones, furgonetas, autobuses, aviones, embarcaciones y entre otros medios de transporte.

La industria también es un factor contaminante a grandes rasgos como lo es la industria de químicos. La producción de colorantes, de PVC y de cloro generan gran cantidad residuos y muchos de ellos altamente tóxicos. La generación excesiva de residuos por la sobrepoblación, la agricultura no sostenible y el derroche de energía se comprenden dentro de los principales factores del cambio climático.

2.3 Causas de la Variabilidad del Clima

La variabilidad del clima depende de ciertos factores a través del tiempo en los que se comprende periodos como meses, años, siglos y milenios presentando fluctuaciones de diversa duración. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales plantea que.

La variabilidad de las variables climatológicas como lo es la temperatura y la precipitación oscilan por encima o por debajo de lo normal, esto se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías (la diferencia resultante entre el valor de la variable climatológica y su valor

promedio). Al analizar las secuencias históricas de anomalías de una variable climatológica determinada para un lugar dado es posible observar una serie de ciclos interpuestos que tienen períodos de meses, años y decenios, los que evidencian la variabilidad climática en las escalas intra estacional, interanual e intersecada, respectivamente. Tales fluctuaciones se originan, generalmente, por procesos en los distintos componentes del sistema climático (especialmente en el océano y en la atmósfera) y por oscilaciones en la radiación solar incidente. (IDEAM , 2018)

Se puede estudiar la variabilidad Inter estacional, la variabilidad interanual y la variabilidad inter-década que nos permite analizar las fluctuaciones de la temperatura por periodos de tiempo.

2.4 Cambio Climático en el Continente Latinoamericano

El cambio climático en América latina se ha venido presentado a causa de factores naturales y actividad humana generando cambios en la precipitación y aumento en las temperaturas del continente, la deforestación y la explotación de combustibles fósiles, como lo es el petróleo y el carbón ha incrementado la huella de carbono.

según (Herran, 2012)La emisión de los gases de efecto invernadero han determinado un incremento de la temperatura promedio de aproximadamente un grado centígrado en el último siglo, lo que ha generado un aumento de aproximadamente 17 centímetros en el nivel del mar. El calentamiento de los mares y océanos provoca la pérdida de la biodiversidad marina, reduce la captura de dióxido de carbono y hace retroceder la cobertura de hielo en los casquetes polares. Se prevé escasez del agua dulce por el derretimiento de los glaciares. Todo esto repercute en los hábitats, tanto de las poblaciones humanas como de animales y vegetales.

Muchos estudios han comprobado que la mayor parte de los gases de efecto invernadero se generan en los países industrializados. Sin embargo, en el continente latinoamericano existen actividades relacionadas con la industria, el transporte, la

agricultura, la silvicultura y la generación de residuos que igualmente producen este tipo de gases. Su principal contribución al cambio climático es a través de la deforestación, la degradación y el cambio el uso del suelo.

Por lo que se deben buscar estrategias de mitigación al fenómeno de variabilidad climática en el continente latinoamericano que permitan reducir la producción de gases efecto invernadero (GEI) que afectan directamente la concentración de radiación solar en la tierra generando aumento en la en la temperatura a nivel global y fenómenos como excesos de lluvias, sequias extremas y derretimiento de glaciales en diferentes zonas geográficas.

2.5 Cambio Climático en Colombia

Colombia es un país con una gran biodiversidad en flora y fauna situándose como uno de los primeros países ricos en diferentes especies de aves, anfibios y mamíferos, dicha biodiversidad se puede ver afectada por los cambios drásticos de temperaturas, sin embargo Colombia no está situada dentro de los países con mayor huella de carbono pero si ha perdido grandes extensiones de bosque y selva tropical que producían oxígeno al planeta, haciéndose uno de los más vulnerables del mundo a los efectos del fenómeno del cambio climático. En Colombia hay cinco efectos visibles que demuestran como el calentamiento global está atacando con fuerza: el derretimiento de los glaciares, blanqueamiento de corales, pérdida de playas y erosión costera, eventos extremos y animales en peligro de extinción. De acuerdo con la (IDEAM , 2018):

El clima es uno de los factores ambientales que incide en diferentes aspectos del territorio colombiano. De manera recurrente o cíclica ocurren anomalías climáticas que impactan en diversa forma y grado, los sistemas humanos asentados en un determinado territorio; las fluctuaciones que generan estas anomalías se denominan variabilidad climática. De otra parte, en el largo plazo, de manera paulatina las condiciones climáticas están modificándose debido al denominado cambio climático,

que también afectará cada vez de manera más marcada a la población y sus actividades.

Estos nos indica que Colombia está sufriendo las consecuencias del cambio climático en la pérdida de diferentes especies de animales, perdiendo sus hábitats a causa de la deforestación, el derretimiento de los glaciales por el aumento progresivo de la temperatura y de las zonas desérticas a causa de la explotación petrolera, el uso extensivo de tierras para la producción de ganadería también es un factor que viene impactando de forma negativa el cambio climático.

2.6 Cambio Climático en el Huila

De acuerdo con Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático Plan Huila 2050.

Los rangos de temperatura se presentan en °C: así, para la línea base oscilan entre los 4 y los 26 °C, mientras que para el escenario de cambio van de los 4 a los 28°C, observándose una tendencia de incremento de la temperatura. Con respecto a la precipitación, los rangos se presentan en mm/año: para la línea base oscilan entre los 500 y los 3.000 mm/año, mientras que para el escenario de cambio oscilan entre los 500 y los 2.500 mm/año, observándose una tendencia de reducción en la precipitación.

(Gobernación del Huila, 2014)

El aumento de las temperaturas a nivel mundial y a nivel local es un fenómeno que se está viviendo y debemos afrontar. Por lo tanto, el Huila es un Departamento que está trabajando en proyección a la mitigación del cambio climático en todas las áreas relacionadas. Se busca el aporte y compromiso de todos en el cuidado del medio ambiente.

El Huila está ubicado en la región andina de Colombia el cual posee una gran variabilidad de especies y yacimientos de fuentes hídricas, rico en flora y fauna.

Mayormente en todos los estudios realizados del cambio climático en el Huila se busca encontrar los factores causantes del problema para encontrar soluciones que nos permitan la mitigación y la adaptación a dicho fenómeno.

La capacidad adaptativa de un sistema es la habilidad que tiene para ajustarse a los impactos potenciales del clima. La adaptación puede modificar los impactos negativos, o aprovechar los positivos, mediante acciones autónomas o reactivas (cuando los efectos de la variabilidad actual o el cambio climático son evidentes) y planificadas o anticipadas con el propósito de prevenir riesgos futuros. (Gobernación del Huila, 2014)

El cambio climático es una problemática que implica el compromiso de todos para que a futuro no se haga un problema irreversible donde se puede llegar a un punto de no retorno.

2.7 Cambio Climático en Neiva

Neiva es una ciudad que actualmente está siendo afectada por el incremento de las temperaturas y que requiere de métodos y nuevas políticas que ayuden a mitigar el fenómeno del cambio climático y la variabilidad en las temperaturas. Teniendo en cuenta Estudio de Mitigación del Cambio Climático Informe Final.

Las emisiones de dióxido de carbono del municipio de Neiva de 2014 resultaron 1.241.953 t CO₂e. Parte de estas emisiones se contrarrestan con las absorciones, que ascienden en 2014 a -73.368 t CO₂e, resultando en un balance de emisiones de 1.168.585 t CO₂e. Asimismo, la emisión de CO₂ de origen biogénico (procedente de la combustión de biomasa), que no se encuentra incluida en los valores anteriores, asciende a 69.197 t CO₂.

De acuerdo con los datos de las emisiones de dióxido de carbono Neiva presenta aumento en la producción de gases de efecto invernadero generando impactos ambientales y aumento en la temperatura.

2.8 Series de Tiempo

Las series de tiempo nos sirven para modelar comportamientos y realizar análisis estadísticos.

De acuerdo con (Blaconá, 2013):

Las series de tiempo exhiben múltiples patrones estacionales, como ciclos diarios, semanales, mensuales, etc. En general los modelos de series de tiempo representan un solo tipo de patrón estacional. Si se considera que cualquier patrón periódico de longitud fija es un patrón estacional, a este se le puede llamar ciclo. Ejemplos de múltiples patrones estacionales pueden ser el consumo de electricidad o gas diarios u horarios, los ingresos a un centro de salud o las llamadas recibidas en una central telefónica. (p.1)

Los cambios observados en un período de tiempo dan a la serie su aspecto errático. Estas cuatro componentes son: Tendencia secular, variación estacional, variación cíclica y variación irregular.

2.8.1 Tendencia Secular

(Blaconá, 2013): La tendencia secular o tendencia a largo plazo de una serie es por lo común el resultado de factores a largo plazo. En términos intuitivos, la tendencia de una serie de tiempo caracteriza el patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, que se consideran consecuencias de fuerzas persistentes que afectan el crecimiento o la reducción de esta, tales como: cambios en la población, en las características demográficas de la misma, cambios en los ingresos, en la salud, en el nivel de educación y tecnología. Las tendencias a largo plazo se ajustan a diversos esquemas. Algunas se mueven continuamente hacia arriba, otras declinan, y otras más permanecen igual en un cierto período o intervalo de tiempo. (p.2)

2.8.2 Variación Estacional

(Blaconá, 2013): El componente de la serie de tiempo que representa la

variabilidad en los datos debida a influencias de las estaciones, se llama componente estacional. Esta variación corresponde a los movimientos de la serie que recurren año tras año en los mismos meses (o en los mismos trimestres) del año poco más o menos con la misma intensidad.

2.8.3 Variación Cíclica

(Blaconá, 2013): Con frecuencia las series de tiempo presentan secuencias alternas de puntos abajo y arriba de la línea de tendencia que duran más de un año, esta variación se mantiene después de que se han eliminado las variaciones o tendencias estacional e irregular.

2.8.4 Variación Irregular

(Blaconá, 2013): Esta se debe a factores a corto plazo, imprevisibles y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo. Como este componente explica la variabilidad aleatoria de la serie, es impredecible, es decir, no se puede esperar predecir su impacto sobre la serie de tiempo. Existen dos tipos de variación irregular:

a) Las variaciones que son provocadas por acontecimientos especiales, fácilmente identificables, como las elecciones, inundaciones, huelgas, terremotos.

b) Variaciones aleatorias o por casualidad, cuyas causas no se pueden señalar en forma exacta, pero que tienden a equilibrarse a la larga.

2.8.5 Clasificación Descriptiva de las Series Temporales

2.8.5.1 Estacionarias

(Villavicencio, 2012): Una serie es estacionaria cuando es estable a lo largo del tiempo, es decir, cuando la media y varianza son constantes en el tiempo. Esto se refleja gráficamente en que los valores de la serie tienden a oscilar alrededor de una media constante y la variabilidad con respecto a esa media también permanece constante en el tiempo.

2.8.5.2 No estacionarias

(Villavicencio, 2012): Son series en las cuales la tendencia y/o variabilidad cambian en el tiempo. Los cambios en la media determinan una tendencia a crecer o decrecer a largo plazo, por lo que la serie no oscila alrededor de un valor constante.

3.Objetivos

3.1 General

- Analizar la variabilidad de la temperatura en la ciudad de Neiva en el periodo comprendido entre los años 2011-2020 y establecer posibles implicaciones del cambio climático.

3.2 Específicos

- Organizar y depurar la base de datos de las tomas de temperatura, obtenidas de la estación meteorológica Benito Salas de los años 2011-2020 de la ciudad de Neiva.
- Identificar variabilidad de la temperatura en la ciudad de Neiva.
- Analizar estadísticamente el comportamiento de la temperatura mensual y anual entre los años 2011 y 2020.
- Establecer la relación del comportamiento de la variabilidad de la temperatura con los factores que inciden en el cambio climático.

4. Justificación

La posición geográfica de la ciudad Neiva y la ocurrencia de fenómenos naturales como sequías y lluvias extremas llevó a que se analizara las temperaturas máximas, mínimas y la razón de consecuencia de dichas temperaturas, buscando entender y encontrar posibles soluciones a futuro en el contexto natural, social y cultural a las afectaciones generadas por el cambio climático en la ciudad de Neiva. Este estudio se basó en las temperaturas tomadas por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en la estación meteorológica Benito Salas ubicada en el aeropuerto de la ciudad de Neiva.

Este análisis estadístico tiene como fin entender y explicar el comportamiento de la temperatura en la ciudad de Neiva ya que un incremento por encima de dos grados °C puede llegar a tener consecuencias irreversibles a un deterioro climático desconocido, produciendo una fuerte inestabilidad social, económica, ambiental y política. Es por lo que se busca conocer estos desfases en las temperaturas para encontrar posibles soluciones a futuro donde la supervivencia terrestre no se vea afectada.

Dado que conociendo el comportamiento de la variabilidad de la temperatura en los últimos periodos anuales nos permitirá analizar el impacto ambiental y sociocultural que este fenómeno puede llegar a causar y sirviendo para próximos estudios.

5.Hipotesis y Variables

5.1 Hipótesis

- Ho: La serie temporal no es estacionaria tiene una estructura dependiente del tiempo y no tiene una variación constante en el tiempo.
- Ha: La serie de tiempo es estacionaria.

5.2 Variables

- Temperatura

6. Definición de términos centrales

6.1 Cambio Climático

El cambio climático es un fenómeno a nivel global ocasionado a causa de la variabilidad natural y la actividad humana. Mayormente se produce por la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre generando concentración de radiación solar con un impacto directo en el aumento de la temperatura promedio. La producción de los gases de efecto invernadero se dan en gran cantidad a causa de actividades humanas, como lo es la industrialización, quema de combustibles fósiles, producción agrícola y ganadera, deforestación y otros factores influyentes. Este fenómeno se ve reflejado principalmente en el aumento de la temperatura, sequías extremas, disminución de fuentes hídricas, derretimiento de glaciares y desaparición de biodiversidad en diferentes especies de flora y fauna.

6.2 Temperatura

La temperatura es una magnitud relacionada con los conceptos generales de calor o frío, y un objeto "caliente" suele tener una temperatura más alta. Físicamente, es una cantidad escalar definida como una función creciente de la velocidad de movimiento de las partículas materiales. Cuanto más se mezcle, mayor será la temperatura. Así, a nivel microscópico, la temperatura se define como la energía cinética media de una partícula por grado de libertad.

La temperatura se mide con termómetros, que pueden calibrarse en diferentes escalas de las que se derivan las unidades de temperatura. Sin embargo, fuera de la ciencia, se suelen utilizar otras escalas de temperatura: la escala Celsius (o Fahrenheit) y, en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. También existe la escala Rank ($^{\circ}\text{R}$), cuyo punto de referencia se encuentra en el mismo punto que la escala Kelvin en el sistema absoluto inglés. Una diferencia de temperatura de un Kelvin corresponde a una diferencia de un grado Celsius.

6.3 Variabilidad Temperatura

La variabilidad de la temperatura es una de las causas del fenómeno del cambio climático por la retención de radiación solar dentro de la atmosfera terrestre generando olas de calor y aumentos en la temperatura. El incremento de las emisiones de gases efecto invernadero es uno de los factores principales en la variabilidad de la temperatura ya que la concentración de estos gases como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los gases fluorados en la atmosfera generan cambios bruscos en la temperatura.

6.4 Series de Tiempo

De acuerdo con Villavicencio (2012) Una serie tiempo es una secuencia de observaciones, medidas en determinados momentos del tiempo, ordenados cronológicamente y, espaciados entre sí de manera uniforme, así los datos usualmente son dependientes entre sí. El principal objetivo de una serie de tiempo X_t , donde $t = 1, 2, \dots, n$ es su análisis para hacer pronóstico.

Componentes de una serie temporal.

Tendencia

Estacionalidad

Aleatoriedad

De estos tres componentes los dos primeros son componentes determinísticos, mientras que la última es aleatoria. Así se puede denotar la serie de tiempo como

$$X_t = T_t + E_t + I_t$$

7. Alcances y Limitaciones

7.1 Alcances

Se realiza el estudio de la variabilidad de la temperatura utilizando series de tiempo y analizando las estadísticas descriptivas de los datos obtenidos de la IDEAM y se identifica un aumento en el promedio mensual de la temperatura de forma gradual, también se puede observar que para los años 2014, 2015 y 2016 hubo un aumento significativo que se le atribuye al aumento de los gases de efecto invernadero a nivel mundial durante esos años. La variabilidad que se observa es de forma creciente con aumentos en las temperaturas máximas, mínimas y promedios.

7.2 Limitaciones

La variabilidad de la temperatura se puede dar por grandes o pequeños factores que inciden en el cambio climático y en el aumento o disminución de la temperatura, estos pueden ser causantes naturales o antropogénicos, en este proyecto falta identificar más a fondo dicho comportamiento meteorológico causante de la variabilidad en la temperatura para poder modelar y encontrar relaciones con la causalidad de la variación y de esta forma poder realizar pronóstico a corto, mediano y largo plazo. También se podría ajustar un modelo ARIMA con los datos y poder predecir comportamientos de la temperatura en las diferentes horas del día.

8. Diseño Metodológico

Este proyecto se realizó con la base de datos de las tomas de temperatura de la ciudad de Neiva en el periodo de tiempo 2011-2020 tomadas en la estación meteorológica con código de estación (21115020) ubicada en el aeropuerto Benito Salas. Las tomas se realizaron con un termómetro de mercurio instalado el 15 de enero de 1930. Para determinar la variabilidad de la temperatura se realizó un proceso mediante series de tiempo y se analizó la tendencia de la serie y las temperaturas más altas y bajas durante el periodo de estudio estableciendo una relación con los factores más relevantes que influyen en el cambio climático, la base de datos se organizó y se ajustó con ayuda de R y Excel y se aplicaron las pruebas pertinentes para generar unos resultados fiables y seguros.

Paquetes R

forecast, foreign, tseries xts, axtsa, Lubridate, Seasonal, seasonalityPlot, fpp2, zoo, lattice, rcartocolor, TSstudio, ggplot2.

8.1 Enfoque de investigación

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo relacional, donde la variable de estudio es la temperatura con la que se determinará la variabilidad en intervalos de tiempos mensuales y anuales y se analizó mediante una serie de tiempo en relación con los factores más influyentes en el cambio climático.

8.2 Diseño estadístico

Esta investigación presenta un diseño estadístico descriptivo y relacional entre el comportamiento de la temperatura de la ciudad de Neiva y los factores que inciden en el cambio climático. Este proceso se realizó mediante series de tiempo en R y Excel y las relaciones se establecerán de acuerdo con estudios anteriores del cambio climático.

8.3 Población de estudio

Se tomó como población de estudios la base de datos de las temperaturas en la ciudad de Neiva en el periodo comprendido entre el 2011 – 2020, datos obtenidos del Instituto de

Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM) de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Benito Salas con código de estación 21115020.

8.4 Diseño Muestral

El diseño de muestra para este estudio serán las tomas de temperatura de diez años consecutivos que comprenden 3653 días, se estudiaron tres tomas de temperatura diarias, en la mañana a las 7:00h, en la tarde a las 13:00h y en la noche a las 19:00h, lo que consta de 10972 datos durante los diez años.

8.5 Instrumentos y materiales

Las tomas de temperatura encargadas por el instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales se realizaron con un termómetro de mercurio instalado el 15 de enero de 1930 en la estación meteorológica Benito Salas

8.6 Proceso de recolección de los datos

El proceso de recolección de datos se realizó mediante una solicitud al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) solicitando las tomas de las temperaturas de los años entre el 2011 a los 2020 datos tomados en la estación meteorológica Benito Salas Ubicada en el aeropuerto de la ciudad de Neiva. La solicitud de los datos se realizó en la plataforma de la IDEAM en el mes de mayo del 2022 quienes proporcionaron la base de datos mediante un correo electrónico

8.7 Sistematización de la información

La sistematización de los datos se realizó luego de ser suministrada por el IDEAM donde en primera medida se hace una depuración de la base de datos primaria, se selecciona la variable de estudio (temperatura), las fechas y horas de las tomas. Luego se aplicaron estadísticas descriptivas en periodos mensuales y anuales por último se estructuro el código en R Studio para el tratamiento de la serie de tiempo y las respectivas graficas que permitieron analizar la variabilidad de la temperatura en el periodo estudiado y se realizó la comparación con estudios anteriores.

8.8 Procesamiento de la información

La depuración y las estadísticas descriptivas de los datos se realizó en Excel, el procesamiento de la serie de tiempo y graficas de los datos se realizó en R Studio ya que tiene como fortaleza el tratamiento estadístico de los datos con una infinidad de recursos de gran calidad que brindan facilidad para la creación de archivos que se pueden exportar a formato HTML, Pdf, y Word.

El análisis y tratamiento de los datos se dio en las siguientes etapas.

- Obtención de los datos (Temperatura)
- Organización de los datos a formato estándar CSV
- Depuración y control de calidad de los datos
- Realización de las estadísticas descriptivas por periodos de tiempo
- Cargar las bases de datos a la plataforma R Studio
- Exportación de los valores y realización de gráficos
- Análisis de los resultados y comparación con estudios anteriores

En este orden se trabajó los datos de este proyecto y se realizaron los análisis.

9. Resultados

Las siguientes tablas y figuras muestran una descripción del comportamiento de la temperatura de una década, comprendida entre los años (2011-2020). Permitiendo analizar la variabilidad de la temperatura y en los años que tuvo las máximas y mínimas tomas, para así poder realizar una posible relación con el impacto del cambio climático que se está viviendo a nivel global.

Teniendo en cuenta los resultados es difícil decir que estos datos sigan una tendencia, e identificar los factores que influyen en la variabilidad de la temperatura no se puede con total precisión, ya que algunos de estos factores no han sido estudiados con mayor detención y muchos no han sido identificados, pero si se puede analizar y establecer una relación con factores como lo son los gases de efecto invernadero que son los principales causantes del cambio climático según estudios realizados.

Tabla 1

Descripción de la temperatura °C por año en la ciudad de Neiva

Descripción/Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Temperatura Máxima	35,70	36,70	36,60	36,00	37,70	36,90	36,80	36,80	37,40	37,20
Temperatura Mínima	20,10	20,80	19,80	20,50	20,40	20,60	20,60	20,40	20,90	20,40
Temperatura Promedio	27,05	27,77	27,79	28,22	29,28	28,76	27,99	27,89	28,37	28,80
Mediana	27,20	28,20	28,20	29,00	30,00	29,20	28,50	28,50	28,90	29,80
1st Qu	23,50	24,20	24,20	24,50	25,60	25,20	24,40	24,40	24,80	24,70
3rd Qu	29,80	30,70	30,75	31,25	32,40	32,00	31,20	31,00	31,30	37,20

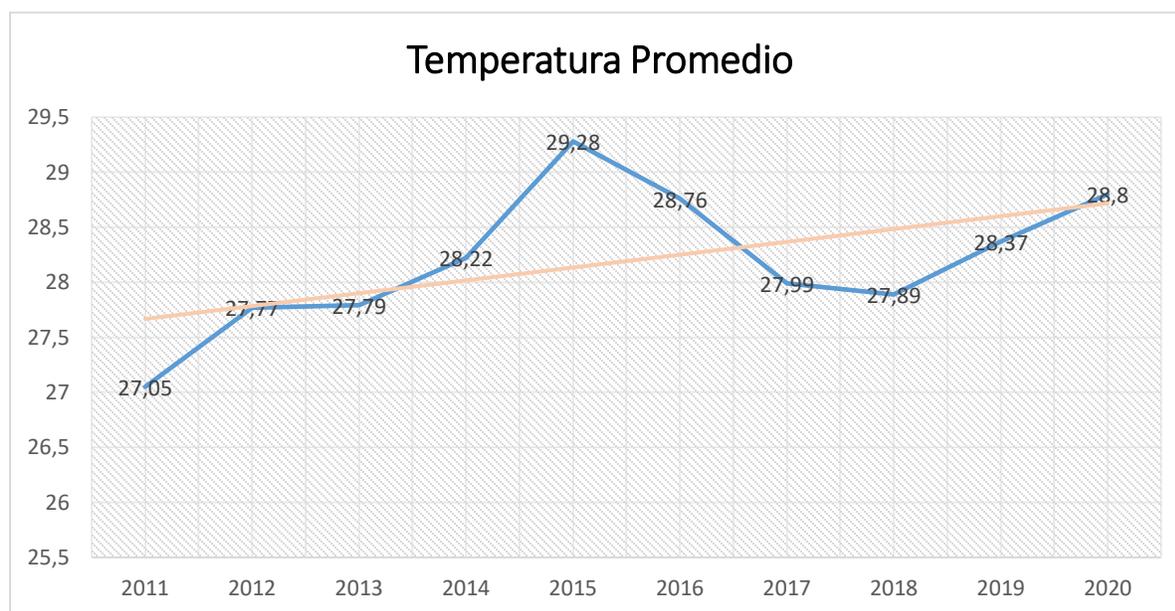
Nota. Esta Tabla contiene la descripción estadística de las tomas de temperatura en °C de los años estudiados (2011-2020) de la ciudad de Neiva.

De acuerdo con los datos observados en la *tabla 1* se puede analizar una tendencia en el aumento del promedio de la temperatura por año con un aumento significativo entre los años 2014 y 2016 que se le atribuye al incremento de la producción de gases de efecto invernadero a nivel mundial, según el informe sobre gases de efecto invernadero (GEI) publicado en Ginebra en el 2017 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) el aumento de las

emisiones de GEI fue la mayor hasta esa fecha comparada con las anteriores alcanzando los índices más altos en los últimos 800.000 años, por lo que se le atribuye a este fenómeno el aumento significativo de la temperatura en la ciudad de Neiva. Lo que es de gran preocupación ya que esto implica impactos socio económicos y culturales dentro del territorio.

Figura 2

Temperatura promedio de los años (2011-2020) de la ciudad de Neiva

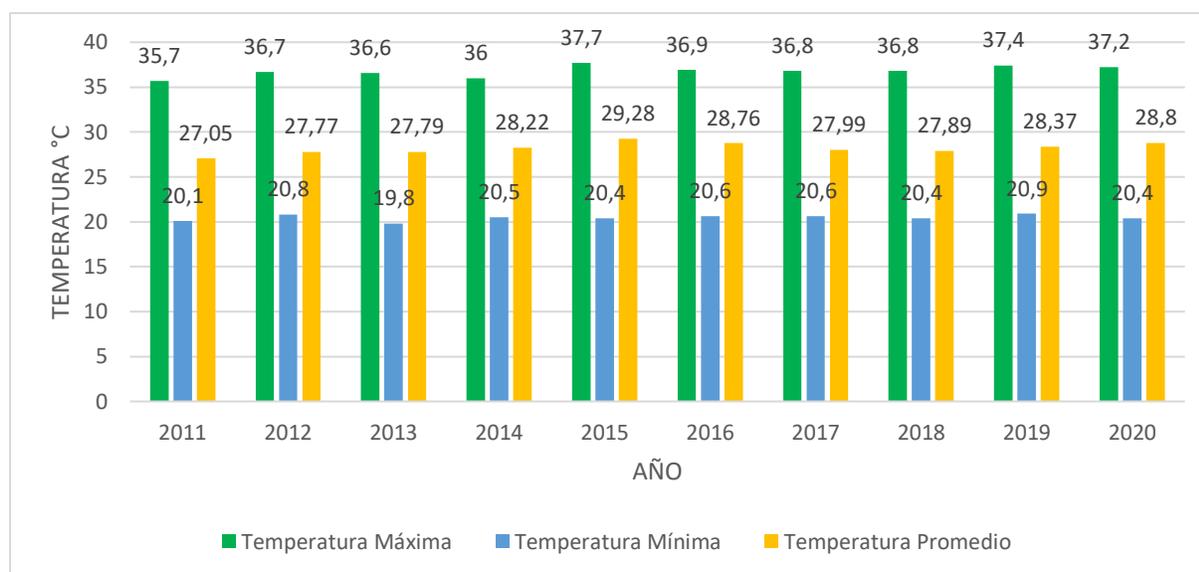


Nota. Esta figura describe el comportamiento que tuvo la temperatura en la ciudad de Neiva en los años (2011-2020).

En la *figura 2* se evidencia un aumento significativo de la temperatura promedio de la ciudad de Neiva, lo que se le atribuye al aumento de la producción de gases de efecto invernadero a nivel mundial entre los años 2014 al 2016 generando la retención de radiación solar dentro de la atmósfera terrestre. Estas emisiones de GEI son mayormente causadas por la industrialización que se está viviendo a nivel mundial, el aumento poblacional, la deforestación, la quema de combustibles fósiles y la falta de cultura ciudadana en el cuidado del medio ambiente está generando cambios significativos en la temperatura.

Figura 3

Descripción de la temperatura en °C por año en la ciudad de Neiva



Nota. Esta Figura describe el comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio entre los años (2011-2020) de la ciudad de Neiva.

El aumento de la temperatura máxima como la mínima y promedio durante la década (2011-2020) se puede ver ligeramente en la *figura 3*. Por tal razón se estudian las tomas de temperaturas de forma individual en los tres horarios 7:00 a.m. 1:00 p.m. y 7:00 p.m durante el periodo de estudio.

Tabla 2

Descripción de la temperatura °C en las tres tomas diarias (2011-2020) en la ciudad de Neiva

Descripción/Hora	7:00 a. m.	1:00 p. m.	7:00 p. m.
Temperatura Máxima	28,70	37,70	36,40
Temperatura Mínima	19,80	22,10	21,60
Temperatura Promedio	23,84	31,33	29,41
Mediana	23,80	31,60	29,40
1st Qu	19,80	29,90	27,80
3rd Qu	24,70	33,70	31,00

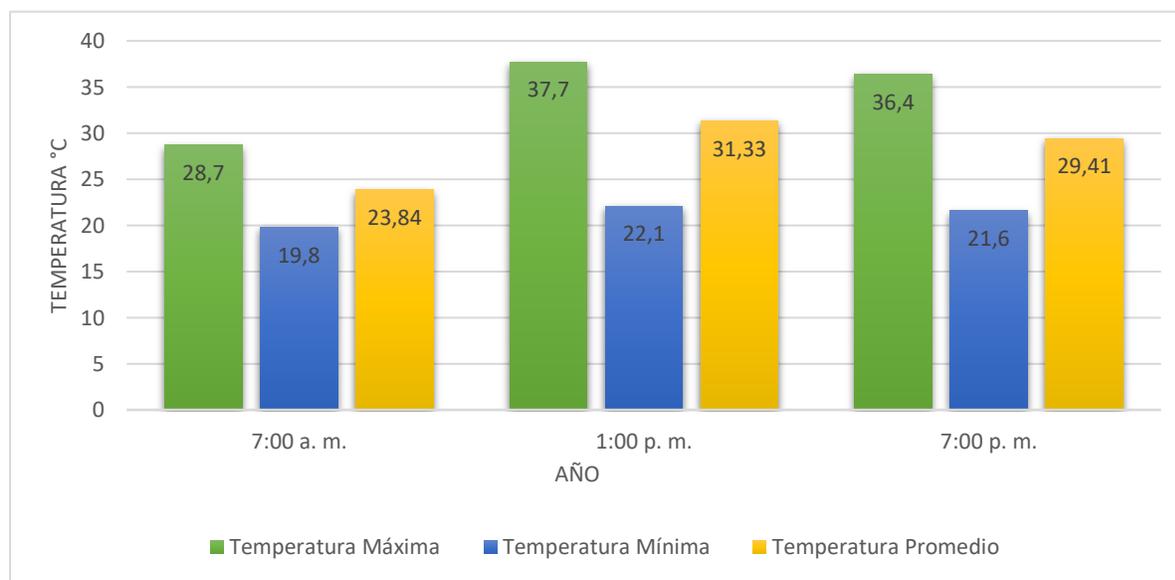
Nota. Esta tabla describe las tomas de temperatura tres horarios diferentes durante el día a las 7:00 a.m. 1:00 p.m. y 7:00 p.m.

De acuerdo a la *tabla 2* el promedio de las tomas de temperatura a las 7:00 a.m. en la ciudad de Neiva es de 23,84 °C indicando una mañana con un ambiente fresco, mientras las tomas de la 1:00 p.m. son más cálidas con una temperatura promedio de 31,33 °C y en la noche empiezan a disminuir la temperatura de acuerdo a la toma de las 7:00 p.m. con una temperatura promedio de 29,41 °C.

También se puede observar que el 75% de la temperatura a la 1:00 p.m. es superior a los 29,9 °C siendo este periodo horario donde la temperatura del día es más elevada en la ciudad de Neiva.

Figura 4

Descripción de la temperatura °C en las tres tomas diarias (2011-2020)

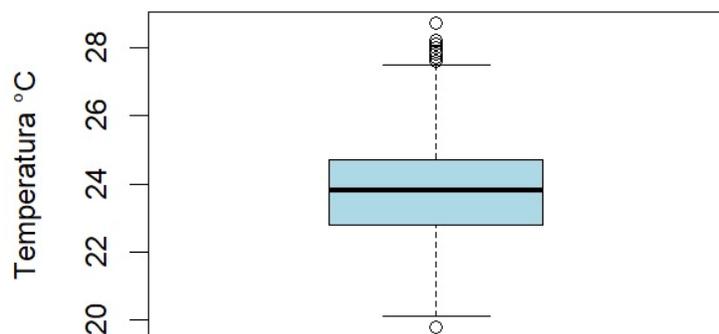


Nota. Esta figura describe el comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio en las tres tomas diarias 7:00 a.m. 1:00 p.m. y 7:00 p.m. durante los años (2011-2020).

Se observa que en la *figura 4* la temperatura presenta una mayor variación si se analiza en los tres horarios diferentes ya que si se analiza de forma conjunta no se logra evidenciar los picos mas altos y bajos.

Figura 5

Promedio de las tomas de temperaturas a las 7:00 a.m. (2011-2020)



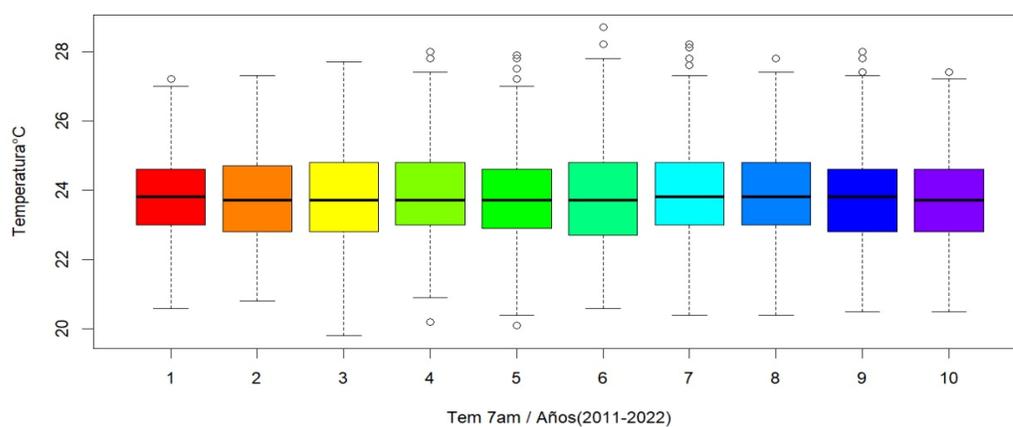
Tem 7Am / Promedio T °C (2011-2020)

Nota. Este boxplot describe el comportamiento de la temperatura promedio a las 7:00 a.m.

En la *figura 5* el promedio de la temperatura a las 7:00 a.m. es de 23,84 °C, pero sin embargo a esta hora se observan temperaturas que oscilan entre los 20°C a los 28°C por lo que se puede decir que algunos días se tuvieron temperaturas altas en horas de la mañana.

Figura 6

Promedio Anual de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 a.m. (2011



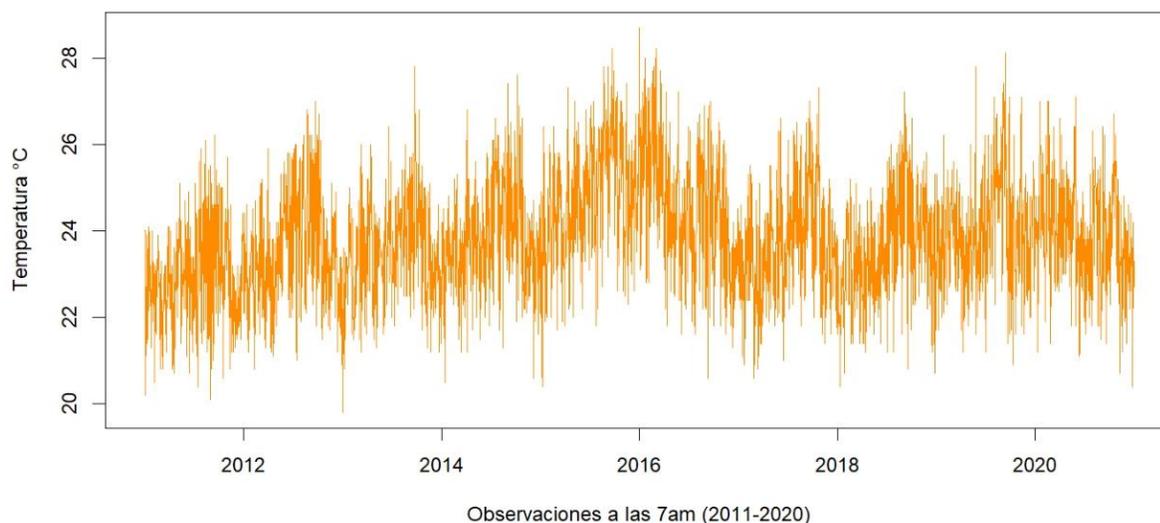
Nota. Esta figura se observa una serie de boxplots que describen el comportamiento promedio de las temperaturas de las 7:00 a.m. en la ciudad de Neiva en los años (2011-2020) donde el

uno (1) hace referencia al año 2011, el dos (2) al año 2012 y en esa secuencia hasta el año 2020.

A nivel general en la *figura 6* se puede analizar que el promedio de la temperatura en la mañana durante los años (2010-2020) era aproximadamente de 23°C con un rango de ocurrencia entre los 23°C a los 25°C, como también se pueden observar que había días con una temperatura aproximada de 19°C en horas de la mañana. El aumento de la temperatura en horas de la mañana puede generar que muchas especies de vegetación no liberen el estrés térmico de forma adecuada generando la proliferación de mosquitos transmisores de enfermedades tropicales.

Figura 7

Serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 a.m. (2011-2020)



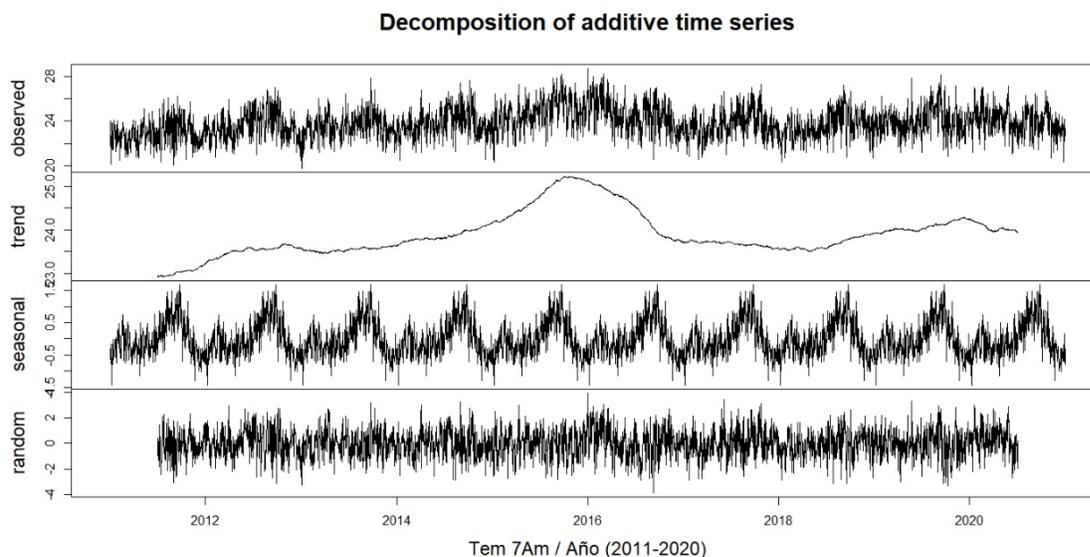
Nota. Esta figura describe el comportamiento de las tomas diarias de la temperatura a las 7:00 a.m. durante los diez años de estudio.

En la *figura 7* la serie de tiempo presenta tendencia y componente estacional con una frecuencia diaria de las tomas de temperatura a las 7:00 a.m. de la mañana durante diez años. Se observan los picos más altos y bajos de la temperatura durante este periodo de tiempo con una media de 23,84°C.

También se puede decir que durante este periodo de tiempo hubo fluctuaciones de temperaturas altas y bajas respecto a la media.

Figura 8

Descomposición de la serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 a.m. (2011-2020)



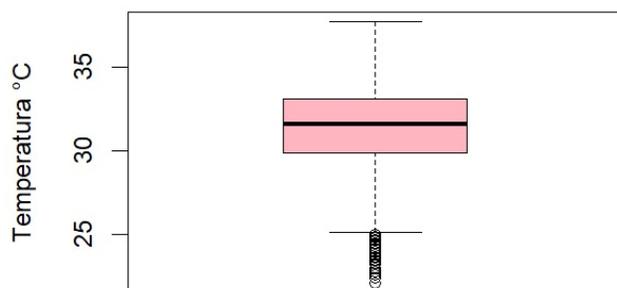
Nota. Esta figura describe el comportamiento, la tendencia, la estacionalidad y el ruido blanco de la serie de tiempo de las tomas de temperatura a las 7:00 a.m.

En la figura 8 se observa una tendencia casi nula, pero se analiza un aumento de temperatura significativo en el año 2016 y aun amento en los siguientes años, para analizar la estacionalidad se tiene en cuenta la media en cada uno de los periodos y se observa que al tratarse de la temperatura y los pocos grados °C de diferencia en la temperatura si es de interés e importancia analizar la causalidad de este aumento.

Para observar las oscilaciones y la amplitud de los periodos es necesario descomponer la serie por periodos más cortos para ello se realizaron las tablas de estadísticas donde se pueden observar los datos y durante el periodo de tiempo estudiado.

Figura 9

Promedio de las tomas de temperaturas a las 1:00 p.m. (2011-2020)



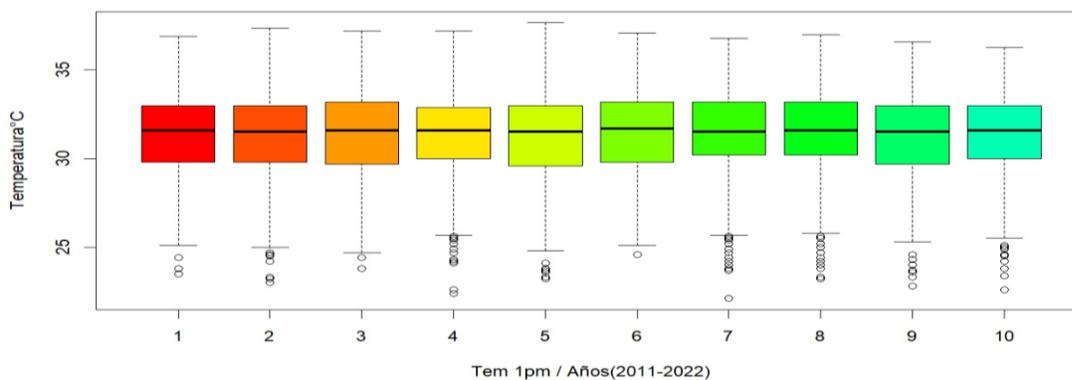
Tem 1pm / Promedio T °C (2011-2020)

Nota. Este boxplot describe el comportamiento de la temperatura promedio a las 1:00 p.m.

En la figura 9 el promedio de la temperatura a la 1:00 p.m. es de 31,33 °C, sin embargo, a esta hora de la tarde se observan temperaturas que oscilan entre los 22°C a los 7°C por lo que se puede decir que algunos días se tuvieron temperaturas muy superiores a la media observada en este horario. Ocasionando consecuencias en las labores económicas de los pobladores de la ciudad de Neiva en este horario.

Figura 10

Promedio Anual de las Tomas de Temperaturas a las 1pm (2011-2020)



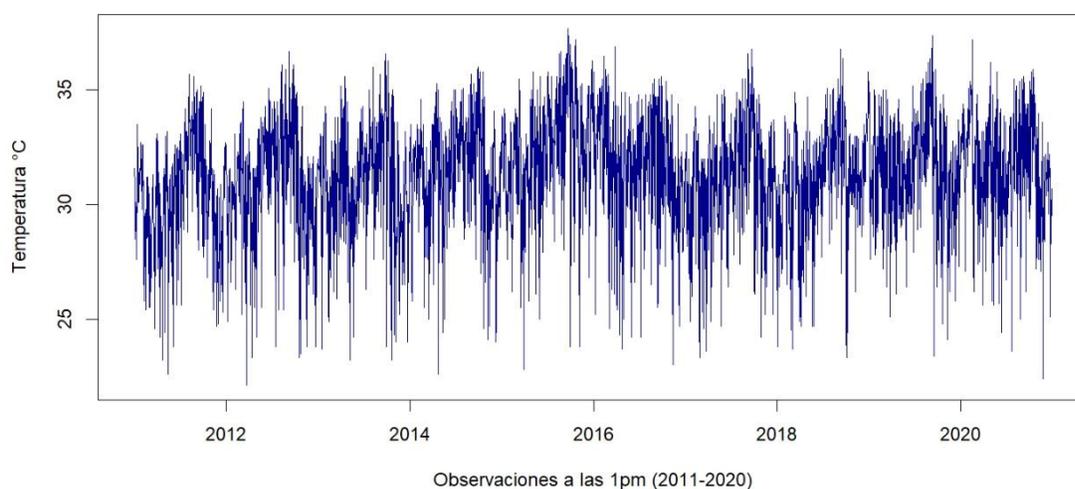
Nota. Esta figura describe el comportamiento promedio de las temperaturas de la 1:00 p.m. en la ciudad de Neiva en los años (2011-2020).

donde el uno (1) hace referencia al año 2011, el dos (2) al año 2012 y en esa secuencia hasta el año 2020.

Se observan los promedios de la temperatura de cada uno de los años estudiados y tienen una variación mínima respecto a la media ya que se trata de la misma hora cada día, aun se observa algunos aumentos del promedio en algunos años como el 2014, 2015 y 2016.

Figura 11

Serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas a las 1pm (2011-2020)

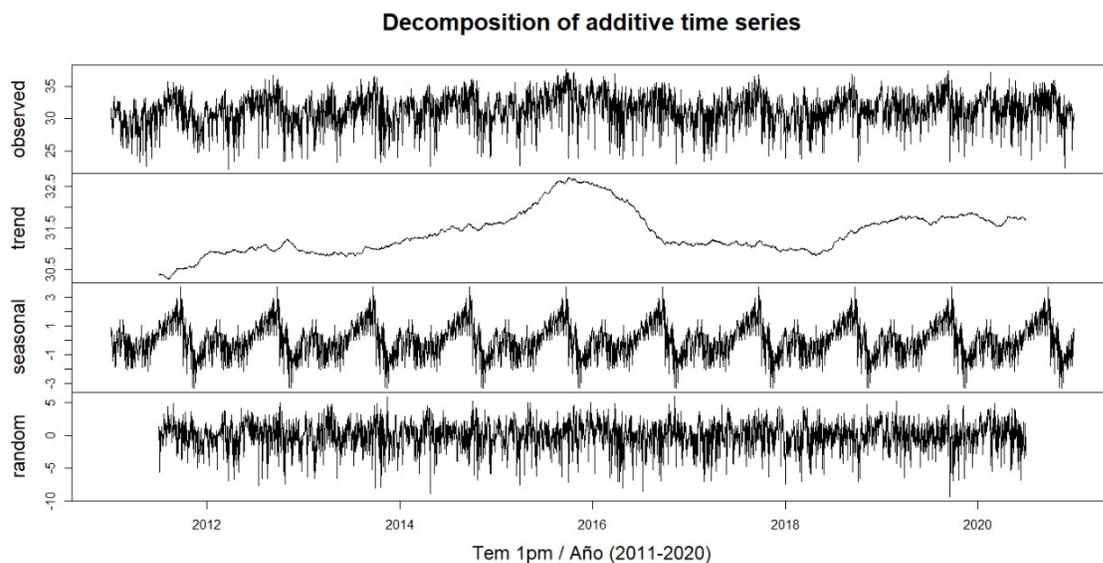


Nota. Esta figura describe el comportamiento de las tomas diarias de la temperatura a las 1:00 p.m. durante los diez años de estudio

Al igual que la serie de tiempo de la primera observación horaria la *figura 11* presenta una tendencia y componente estacional con una frecuencia diaria de las tomas de temperatura a la 1:00 p.m. de la tarde durante diez años. Se observan los picos más altos y bajos de la temperatura durante este periodo de tiempo con una media de 31,33°C.

Figura 12

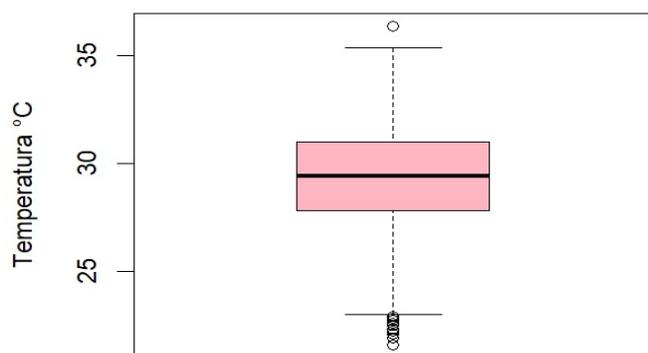
Descomposición de la serie de tiempo de las tomas de temperaturas a la 1:00 p.m. (2011-2020)



Nota. Esta figura describe el comportamiento, la tendencia, la estacionalidad y el ruido blanco de la serie de tiempo de las tomas de temperatura a la 1:00 p.m.

Figura 13

Promedio de las Tomas de Temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)



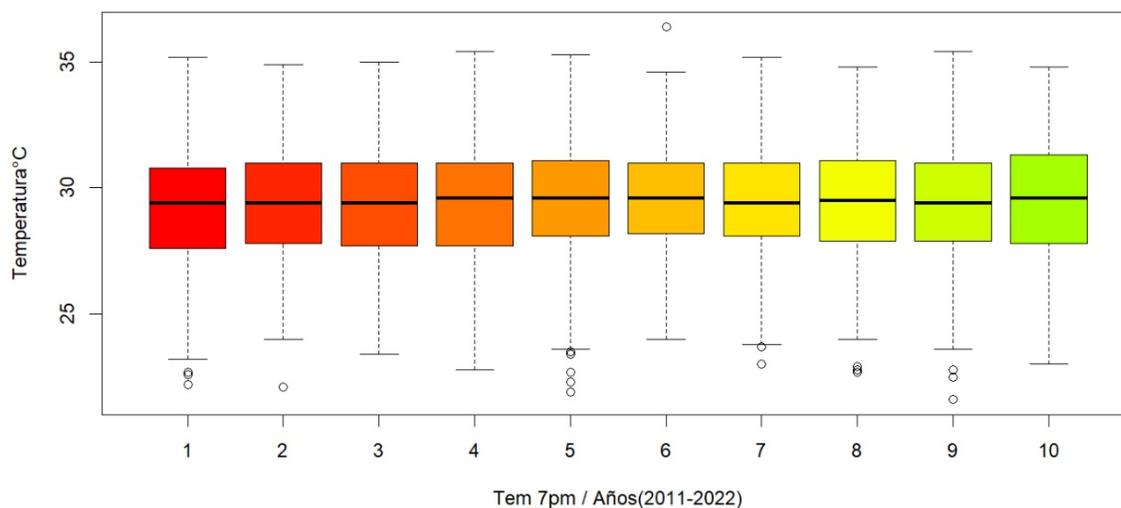
Tem 7pm / Promedio T °C (2011-2020)

Nota. Este boxplot describe el comportamiento de la temperatura promedio a las 1:00 p.m.

El promedio de la temperatura a las 7:00 p.m. es de 29,41 °C, sin embargo, a esta hora ya empieza a disminuir la temperatura por la ausencia de radiación solar.

Figura 14

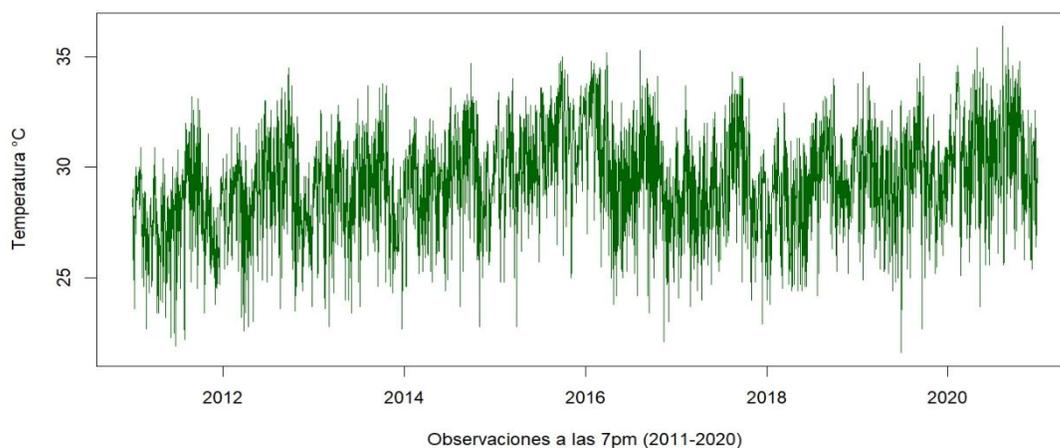
Promedio anual de las tomas de temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)



Nota. Esta figura describe el comportamiento promedio de las temperaturas de las 7:00 p.m. en la ciudad de Neiva en los años (2011-2020).

Figura 15

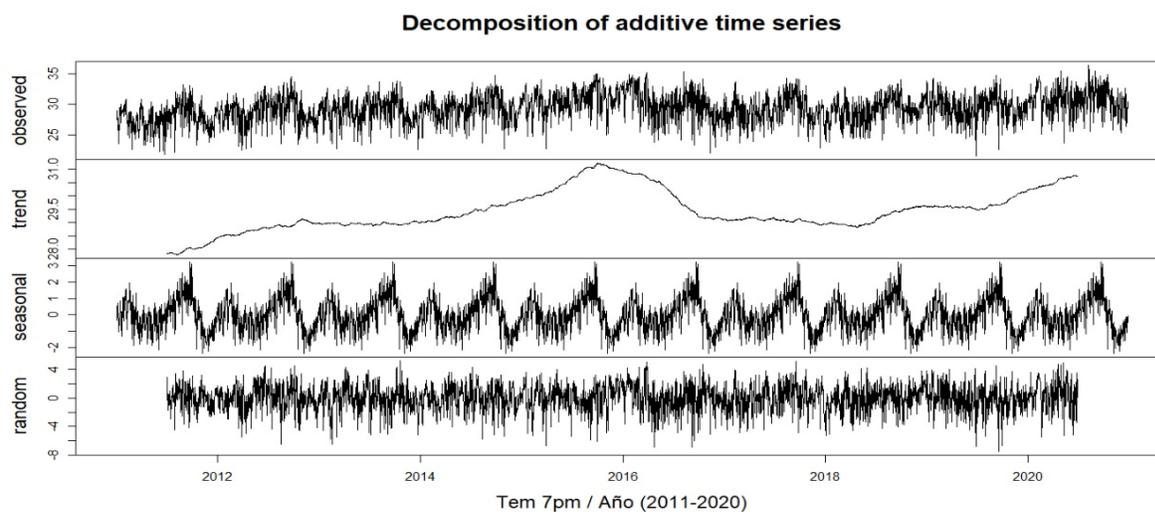
Serie de tiempo de las tomas de temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)



Nota. Esta figura describe el comportamiento de las tomas diarias de la temperatura a las 7:00 p.m. durante los diez años de estudio

Figura 16

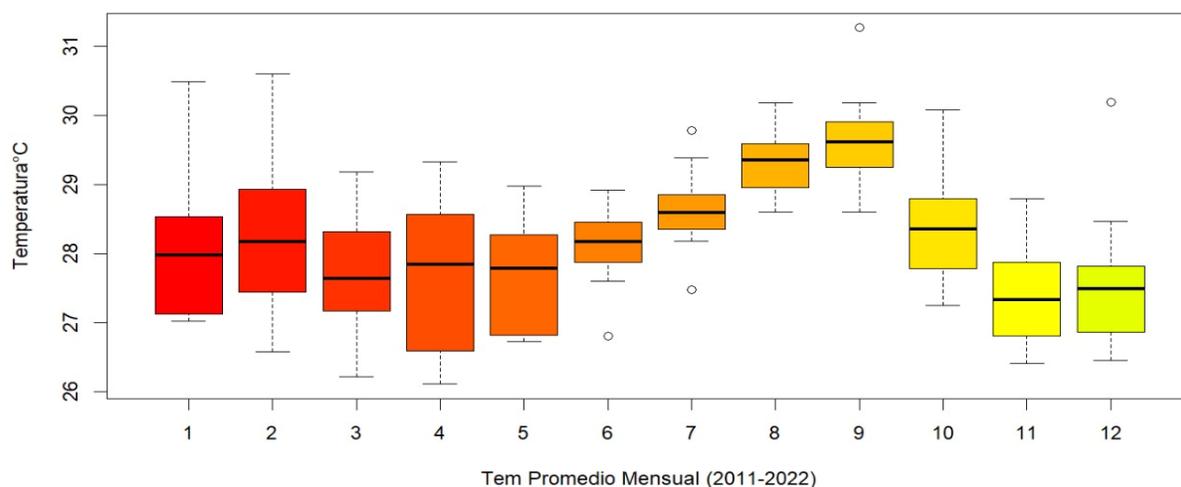
Descomposición de la serie de tiempo de las tomas de temperaturas a las 7:00 p.m. (2011-2020)



Nota Esta figura describe el comportamiento, la tendencia, la estacionalidad y el ruido blanco de la serie de tiempo de las tomas de temperatura a las 7:00 p.m.

Figura 17

Temperatura Promedio Mes a Mes (2011-2020) de la ciudad de Neiva

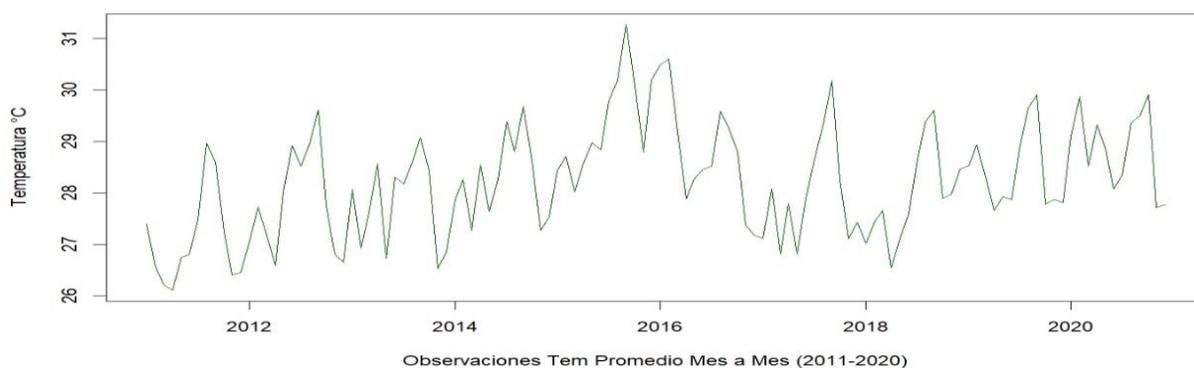


Nota. Esta figura describe el comportamiento de los promedios de las tomas de temperatura mes a mes durante la década (2011-2020).

En la *figura 17* se observa una gran variabilidad de la temperatura respecto a la media en cada uno de los meses del año, lo cual indica que los meses con las temperaturas más bajas de la ciudad de Neiva son noviembre, diciembre, enero y febrero y los meses con mayor aumento en la temperatura es agosto y septiembre.

Figura 18

Observación de temperatura promedio mes a mes (2011- 2020)



Nota. Esta figura describe el comportamiento del promedio de las temperaturas mes a mes durante los años 2011 al 2020.

Figura 19

Comportamiento de la temperatura promedio anual (2011-2020)

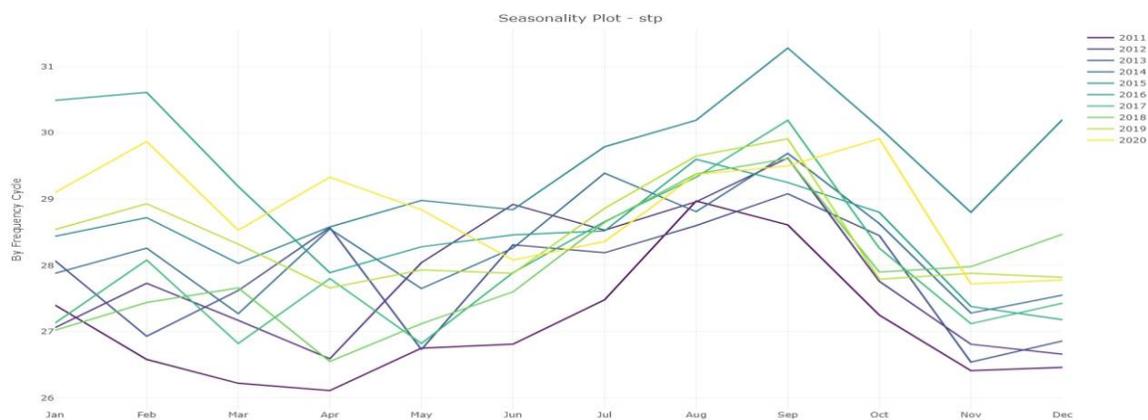
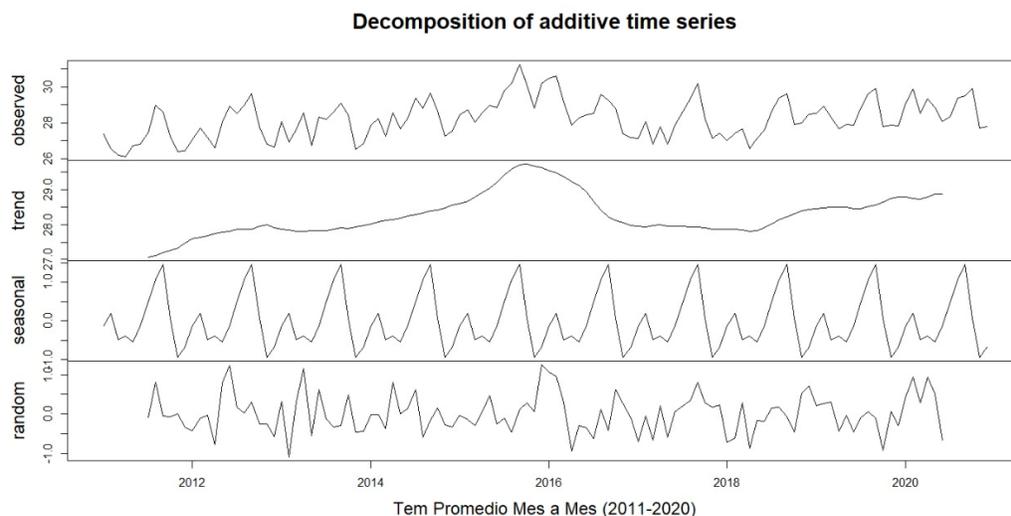


Figura 20

Descomposición de la serie de tiempo de las Tomas de Temperaturas Promedio Mes a Mes (2011-2020)



Nota. Esta figura describe el comportamiento, la tendencia, la estacionalidad y el ruido blanco de la serie de tiempo de los promedios de las tomas de temperatura mes a mes.

De acuerdo con las figuras anteriores a nivel general se observa un incremento en la temperatura en las tres horas estudiadas del día, lo cual se puede decir que es ocasionado por diferentes factores influyentes en el cambio climático a nivel mundial, también cabe destacar que Neiva no es una ciudad industrializada y aunque emite gases de efecto invernadero no es de gran significancia con respecto a las emisiones de GEI de países industrializados como lo es China, Estados Unidos, La Unión Europea, Rusia y Japón de acuerdo con el informe sobre la brecha de en las emisiones del 2020 publicado por Las Naciones Unidas estos son unos de los países presentan mayores niveles de producción de GEI.

Estos factores producen consecuencias en el cambio climático como lo son sequias e incendios forestales, disminución del agua dulce, inundaciones, subida del nivel del mar en

zonas costera y afectaciones en biodiversidad, suelos, aguas interiores y medio ambiente marino.

Es por estas razones que muchos sectores geográficos del planeta que no producen gran cantidad de GEI se ven afectados por quienes si lo producen.

Las altas temperaturas ocasionan daños en la vida humana poniendo en riesgo a las personas más vulnerables como personas de la tercera edad y bebés. De acuerdo con las consecuencias del cambio climático de la Comisión Europea el aumento de la temperatura puede que influya en la fenología, esto es, en el comportamiento y los ciclos de vida de las especies animales y vegetales. Esto, a su vez, podría incrementar el número de plagas y especies invasoras, así como la incidencia de algunas enfermedades humanas.

Al mismo tiempo, podría disminuir el rendimiento y la viabilidad de la agricultura y la ganadería, así como la capacidad de los ecosistemas de ofrecer importantes bienes y servicios (como el suministro de agua limpia y de aire fresco y limpio).

10. Conclusiones

- Con los resultados obtenidos podemos responder a la pregunta principal de esta investigación ¿Qué variabilidad presenta la temperatura en la ciudad de Neiva en los últimos diez años? Los resultados muestran con solidez el comportamiento de la temperatura y el incremento gradualmente que ha tenido, así como sus valores extremos en las diferentes horas del día.
- En el análisis mensual y anual de la temperatura se evidencia el incremento respecto a la temperatura media de los diez años
- En los resultados se puede apreciar la relación de la variabilidad de la temperatura en la ciudad de Neiva como los factores antropogénicos causantes del cambio climático como lo es la industrialización a grandes pasos y también se estudia que posibles afecciones puede causar a la vida terrestre.

11. Recomendaciones

En un estudio en el cual se analiza la variabilidad de la temperatura es difícil establecer con exactitud los factores influyentes en la variabilidad, la cual se atribuye mayormente al fenómeno del cambio climático, pero también existen otros factores que hay que tener en cuenta como la ubicación geográfica y el aumento poblacional, por ello se recomienda para estudios siguientes estudiar otras variables de carácter cuantitativo y cualitativo que permitan explicar la variabilidad climática.

Se recomienda ajustar un modelo que permita realizar un análisis de correlación con otras variables para mejores resultados y tener en cuenta periodos más amplios de tiempo para realizar el estudio con frecuencias mensuales y no diarias ya que las series de tiempo en R se trabajan de una mejor manera si se estudian con promedios mensuales.

12. Referencias

11.1 Bibliografía

Ávila, L. M. (6 de 2009). *Calentamiento global antropogénico*. Biblioteca Digital DIBRI -UCSH:
biblioteca-digital.ucsh.cl

Blaconá, M. T. (2013). *Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas de la Escuela de Estadística Consejo de la Investigación de la UNR*.

<https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/>

CMNUCC. (2005). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático*.

<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

Conde y Saldaña. (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Ambiente y Desarrollo*(23), 23.

<http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/628/w3-propertyvalue-756671.html>

Fernández, J. L. (22 de 11 de 2013). El Cambio Climático:sus Causa y Efectos Medio Ambientales. *Dialnet*, 87. <https://dialnet.unirioja.es/>

Gobernación del Huila. (7 de 2014). *Gobernación del Huila*. <https://www.huila.gov.co/>

González et al. (2003). Cambio Climatico Mundial:Origenes y Consecuencias. *Ciencia UANL*(378). <https://cienciauanl.uanl.mx/>

Herran, C. (2012). *Biblioteca de la Fundación Friedrich Ebert*. (P. E. FES, Productor)
www.fes.de

IDEAM . (2018). En *La Variabilidad Climática y el Cambio Climático en Colombia*. IDEAM.

<http://documentacion.ideam.gov.co/>

IDEAM. (17 de Noviembre de 2021). *IDEAM*. IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

IDEAM-UNAL. (2018). *IDEAM*. Bogotá, Colombia: IDEAM. IDEAM:

<http://documentacion.ideam.gov.co/>

IDIGER. (2022). *Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático*.

<https://www.idiger.gov.co/precipitacion-y-temperatura>

IPCC. (2017). *Estudio de Mitigación del Cambio Climático*. huila.travel

ONU. (s,f). *Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Villavicencio, J. (2012). *StuDocu*. <https://www.studocu.com/>