



*"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

**CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO  
Nº1172-DGI-VRINV-UNAP-2025**

**EL QUE SUSCRIBE, DIRECTOR DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA:**

**HACE CONSTAR QUE;**

La tesis titulada: **"COMPORTAMIENTO DEL CLIMA Y VARIACIONES DEL RÍO AMAZONAS EN EL SIGLO ACTUAL EN IQUITOS, 2024"**, presentado por:

Tesista : **NIANCH HAKIM GRANDEZ MORI**

Asesor : Juan Luis Romero Villacrez

Pertenciente a la Escuela Profesional de Ingeniería de Gestión Ambiental, de la Facultad de Agronomía, fue analizado mediante el software Turnitin Originality, donde obtuvo el **18%** de similitud.

Asimismo, debo indicarle que, antes de la publicación en el Repositorio Institucional Digital (RID), queda bajo responsabilidad funcional del asesor y el tesista disminuir al mínimo las similitudes detectadas evitando el plagio, a fin de garantizar la originalidad.

Se expide la presente al interesado, para los fines que se estime conveniente.

San Juan Bautista, 05 de septiembre de 2025.


Atentamente,

**CÉSAR ULISES MARÍN ELÉSPURU**  
Director (e) de Gestión de la Investigación-VRINV-UNAP



# NIANCH HAKIM GRANDEZ MORI

## FA\_IGA\_TESIS\_GRANDEZ MORI.pdf

 Universidad Nacional De La Amazonia Peruana

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::20208:491520618

Fecha de entrega

4 sep 2025, 8:53 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

4 sep 2025, 10:15 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

FA\_IGA\_TESIS\_GRANDEZ MORI.pdf

Tamaño del archivo

2.0 MB

52 páginas

5962 palabras

31.450 caracteres




# 18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unapiquitos.edu.pe	11%
2	Internet	hdl.handle.net	2%
3	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
4	Internet	red.minedu.gob.bo	<1%
5	Trabajos entregados	Higher Education Commission Pakistan on 2023-03-22	<1%
6	Trabajos entregados	Integración ABbL on 2025-05-10	<1%
7	Internet	www.corpoguavio.gov.co	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad TecMilenio on 2024-08-28	<1%
9	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
10	Internet	echale.mx	<1%
11	Internet	otherreferats.allbest.ru	<1%

12	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
13	Trabajos entregados	unapiquitos on 2023-12-05	<1%
14	Internet	tumi.lamolina.edu.pe	<1%
15	Internet	www.repository.trisakti.ac.id	<1%
16	Trabajos entregados	Universidad Continental on 2016-10-28	<1%
17	Internet	es.mongabay.com	<1%
18	Internet	www.coursehero.com	<1%
19	Internet	www.dropbox.com	<1%
20	Internet	www.fdiworldental.org	<1%
21	Internet	www.slideshare.net	<1%
22	Internet	www.wmo.ch	<1%

## RESUMEN

La investigación a nivel descriptivo, retroactivo, se desarrolló en Iquitos, región Loreto, en el año 2024, utilizando metodología cuantitativa, explicativo, correlacional, a fin de evaluar el comportamiento del clima y variaciones del nivel del río Amazonas en los primeros veinte años del siglo XXI, entre los años 2001 al 2020. Realizado los análisis estadísticos y según los resultados, se concluye que existen diferencia entre temperatura máxima, mínima y media. La máxima muestra tendencia decreciente mínima ( $0.0012\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ ), al contrario, la temperatura mínima muestra un incremento sostenido y significativo ( $0.059\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ ) y, en cuanto a la temperatura media se observa una leve tendencia de incremento en estos años en estudio ( $0.006\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ ). La precipitación pluvial, revela una ligera tendencia decreciente ( $1.6\text{ mm/año}$ ) en dos décadas. En lo que se refiere a la humedad relativa, muestra un descenso o fluctuante. Sobre el nivel de río Amazonas en el período en estudio, refiere una tendencia decreciente anual, cuya pendiente indica una reducción del nivel de  $1.062\text{ m}$ .

### Palabras Claves:

Temperatura, Humedad relativa, precipitación pluvial, fluctuaciones, variaciones

## ABSTRACT

11 The descriptive, retrospective research was conducted in Iquitos, Loreto  
15 region, in 2024, using a quantitative, explanatory, correlational methodology in  
order to evaluate the behavior of the climate and variations in the level of the  
Amazon River during the first twenty years of the 21st century, from 2001 to  
2020. After conducting statistical analyses and based on the results, it is  
concluded that there are differences between maximum, minimum, and  
average temperatures. The maximum temperature shows a decreasing trend  
(0.0012 °C/year), while the minimum temperature shows a sustained and  
significant increase (0.059 °C/year), and concerning the average temperature,  
a slight increasing trend is observed in these years under study (0.006  
°C/year). The rainfall shows a slight decreasing trend (1.6 mm/year) over two  
decades. Regarding relative humidity, it shows a decrease or fluctuating trend.  
Concerning the level of the Amazon River during the study period, it indicates  
an annual decreasing trend, with a slope suggesting a reduction in level of  
1.062 m.

### Key Words:

Temperature, Relative humidity, rainfall, fluctuations, variations

## INTRODUCCIÓN

Desde hace años, se puede establecer que el comportamiento del clima y las variaciones en los ríos amazónicos, están interrelacionados de manera muy compleja. El Amazonas como cuenca experimenta variaciones estacionales en las precipitaciones, que influyen directamente en el caudal de los ríos. Durante la temporada de lluvias (generalmente de diciembre a mayo), las precipitaciones son más intensas, lo que provoca un aumento en el caudal de los ríos, pero necesariamente a nivel local, porque dependemos de las lluvias en la cuenca alta para experimentar cambios en el nivel de los ríos. En subcuencas, si existe variaciones de caudal, con la llegada de las precipitaciones. Estos fenómenos climáticos asociados a las anomalías climáticas, generan avenidas de los afluentes del Amazonas, en presencia de lluvias estacionales, aumentando su volumen y afectando a las comunidades ribereñas.

Generalmente, temperaturas más altas pueden llevar a una mayor evaporación del agua en los ríos y lagos, lo cual puede reducir el caudal de los ríos durante las estaciones secas. Las mismas, asociadas a los cambios globales actuales, puede alterar los patrones de precipitación y evaporación, afectando así el comportamiento hidrológico de la región.

Algunos factores importantes a considerar en la Amazonía, es la deforestación en la cuenca amazónica, impulsada por la agricultura, la ganadería y la explotación de recursos naturales, afecta el ciclo hidrológico. La pérdida de cobertura forestal puede reducir la capacidad del suelo para retener agua y alterar los patrones de escorrentía, generando cambios en los patrones de temperatura, humedad relativa, precipitación y a nivel hidrológico. La

17

deforestación, puede aumentar la erosión del suelo, lo que puede afectar la calidad del agua en los ríos y modificar su comportamiento.

Las variaciones en el caudal de los ríos influyen en los ecosistemas acuáticos, cuyos cambios drásticos en el flujo del agua, pueden afectar la biodiversidad, incluidos peces y otros organismos acuáticos que dependen de condiciones específicas para reproducirse y sobrevivir.

Las comunidades amazónicas dependen del régimen hídrico para su sustento, incluyendo la pesca y la agricultura. Las variaciones en el caudal de los ríos pueden afectar su acceso al agua y a los recursos naturales, las mismas que tienen que desarrollar estrategias de mitigación y adaptación a las variaciones estacionales, pero el cambio climático y la deforestación están desafiando estas prácticas tradicionales.

Es por ello, se hace necesario evaluar el comportamiento del clima y la variabilidad del nivel del río Amazonas, si ello está influenciado por las variables climatológicas.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES

#### 1.1.1 Estudios similares

Los cambios globales, originados en sí, por actividades antrópicas y, que se traduce específicamente en el aumento de temperatura media que, origina variaciones en patrones climáticos, entre ellos las lluvias, que producen cambios como eventos climáticos extremos, huracanes y tornados, muy dañinos. Para ello, se hace importante, tener en cuenta los cambios en el globo terráqueo y, debemos tener en cuenta los objetivos del desarrollo sostenible, compromiso mundial, (1).

En otra investigación, trabajando sobre variabilidad climática local y malaria, se concluye que, tanto la temperatura máxima, mínima y media humedad relativa, muestran variaciones oscilantes entre los 2% hasta el 18%, lo que no sucede con precipitación, que oscila con variaciones hasta el 100%, (2).

Entre los años 2000 al 2010, comparando resultados de la Estación Amazonas y Estación San Roque, se concluye (3):

- Que, en la estación Amazonas, el modelo matemático referente a  $T^{\circ}$  máxima es de  $Y = 31.3502 + 0.000035X$ , el modelo matemático de para  $T^{\circ}$  mínima es de  $Y = 22.735 + 0.000012X$ , el modelo matemático de  $T^{\circ}$  media es de  $Y = 27.0693 + 0.000084X$ .

1

- En San Roque el modelo matemático de la T° mínima es de  $Y = 21.5132 + 0.00041 X$ ; el modelo matemático para T° máxima es de  $Y = 32.005 + 0.00003 X$  y finalmente el modelo matemático de la T° medias y para esta estación es de  $Y = 26.61 + 0.000100X$ .

## 1.2. BASES TEÓRICAS

### 1.2.1 Cambio climático

6

Efectos a largo plazo de temperaturas y los patrones climáticos, naturales, cambios en la actividad solar o erupciones volcánicas grandes. Después del siglo XIX, las actividades humanas, generaron cambios globales, incrementándose quema de combustibles como el carbón, el petróleo y el gas, cuyas principales de GEI que originan el cambio climático son el dióxido de carbono y el metano. A su vez, el consumo de gasolina en autos y otras maquinarias, o el carbón que se utilizar para producir calor en ciudades con bajas temperaturas. La eliminación de la cubierta vegetal, en el cambio de uso de suelos, liberan dióxido de carbono. Actividades antrópicas, como la agricultura, explotación petrolera y gasífera, generan emisiones de metano. La energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo se encuentran entre los principales emisores, (4)

10

7

4

## 1.2.2 Variación climática

Variaciones climáticas en la tierra en el tiempo, producidos por fenómenos naturales y antrópicos, cuyas manifestaciones se dan en cambios globales de temperatura, precipitación, vientos y otros eventos meteorológicos (5).

### Tipos de Variación Climática:

#### 1. Variaciones Naturales:

- **Ciclos Milankovitch:**

Cambios en la órbita terrestre que afectan la distribución de la luz solar.

- **Erupciones Volcánicas:**

Liberan partículas y gases que afectan la temperatura global.

- **El Niño y La Niña:**

Fenómenos climáticos que alteran patrones de temperatura y precipitación en el océano Pacífico y, por extensión, en todo el mundo.

#### 2. Variaciones Antropogénicas:

- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:**

Algunas actividades como: quema de combustibles fósiles, eliminación de cubierta vegetal y otras actividades humanas aumentan la concentración de gases como el CO<sub>2</sub> y el metano en la atmósfera.

13

22

- Cambio en el Uso del Suelo: La urbanización y la agricultura intensiva pueden alterar los ciclos naturales del agua y afectar el clima local.

### **Consecuencias de la Variación Climática:**

- **Aumento de Temperaturas:** Incremento en las temperaturas globales, lo que puede llevar a olas de calor.
- **Cambios en los Patrones de Precipitación:** Sequías más intensas o inundaciones más frecuentes.
- **Desglaciación:** Pérdida de hielo en glaciares y casquetes polares, contribuyendo al aumento del nivel del mar.
- **Impacto en Ecosistemas:** Alteraciones en hábitats que afectan a la biodiversidad.

### **Mitigación y Adaptación:**

Para enfrentar la variación climática, se están implementando estrategias de mitigación (reducir las emisiones de gases de efecto invernadero) y adaptación (ajustar prácticas y políticas para minimizar los impactos).

La variación climática es un tema complejo y multidimensional que requiere la colaboración global para abordar sus desafíos.

### 1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

#### ➤ **Cultura Ambiental**

Relación de seres vivos con el ambiente (6), (7), en la práctica de valores, actitudes, conducen a la preservación, respeto, la responsabilidad y la sostenibilidad ambiental, (8), (9), (10), la misma que debería fomentarse y fortalecer desde los niños en el hogar, la escuela y la comunidad. (9), (10)

#### ➤ **Fluctuaciones hidrológicas:**

Variaciones en el comportamiento de las aguas, cuyo caudal, nivel, cantidad, calidad y, entre ellos alteran las condiciones del ciclo hidrológico, en diversas zonas a través del tiempo. Estos cambios, a corto plazo, estacionales, y a largo plazo, en décadas.

#### ➤ **Índice climático:**

Variaciones del clima, patrones climáticos de una región, de manera temporal, (mensual, trimestral, anual), las mismas que pueden ser a lo largo del tiempo.

#### ➤ **Anomalías climáticas:**

Desviaciones del valor de un elemento del clima respecto a su valor normal o referencia, el cual incluye eventos extremos que se alejan de las condiciones climáticas habituales, como olas de calor, sequías o inundaciones. Además, son fluctuaciones que indican comportamientos atípicos del clima en general. (12)

➤ **Olas de calor:**

Las olas de calor son un evento climático extremo con presencia de elevadas temperaturas que persisten durante varios días en un sitio geográfico definido. Hay causas naturales y antrópicas. (13)

➤ **Sequías:**

Fenómeno natural, con escasez prolongada de agua, causada por falta de precipitaciones, temperaturas altas, evaporación de fuentes y prácticas humanas insostenibles. Es manifestada como deficiencia anormal y persistente de humedad, lo que produce disminución significativa de recursos hídricos disponibles en regiones específicas. La disponibilidad del agua es baja y esta por debajo de parámetros habituales, dificultando el acceso para la vida: humana, animal y plantas. (14, 15)

➤ **Valores atípicos climáticos:**

Son conocidos también como outliers, son aquellos que se encuentran significativamente distantes del resto del conjunto de datos. En estadística un valor atípico es un valor anormal que se diferencia notablemente de los demás valores de la muestra. Los mismos, pueden influir en los resultados del análisis estadístico y es importante identificarlos para una correcta interpretación de los datos. (16, 17).

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1 HIPÓTESIS

#### 2.1.1 Hipótesis General

La variación del clima local temperatura máxima, media, mínima humedad relativa, precipitación pluvial, se relaciona con los niveles del río Amazonas, en Iquitos, en el siglo XXI.

#### 2.1.2 Hipótesis específica

- Las temperaturas (máxima, mínima y media) se relacionan con los niveles del río Amazonas, en el siglo XXI.
- La humedad relativa tiene relación con los niveles del río Amazonas en el siglo XXI.
- La precipitación pluvial tiene relación con los niveles del río Amazonas en el siglo XXI.

### 2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN

#### 2.2.1 Variable X1: Comportamiento del clima

- Temperatura máxima (2001 – 2020): T° max
- Temperatura mínima (2001 – 2020): T ° min
- Temperatura media (2001 – 2020): T med
- Humedad relativa % (2001 – 2020): HR%
- Precipitación Pluvial mm<sup>3</sup> (2001 – 2020): pp mm<sup>3</sup>

## **2.2.2 Variable X2: Nivel del río Amazonas**

- Metros sobre el nivel del mar (2001 – 2020): m.s.n.m.

1

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. TIPO Y DISEÑO

#### 4.1 Diseño metodológico

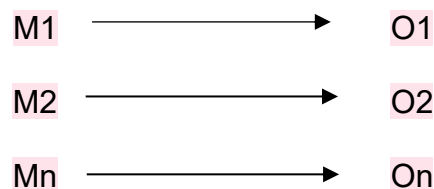
La investigación a desarrollarse tiene un enfoque cuantitativo, porque se manejarán datos recopilados a través de los primeros 20 años del presente siglo XXI, cuyo nivel de investigación es, retrospectiva.

##### 4.1.2 Tipo de investigación

Es del tipo aplicada, los resultados permitirán conocer sobre la variación climática y si está relacionada con los niveles del río Amazonas, (11).

##### 4.1.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es el siguiente:



Donde:

M1. M2 y Mn: muestra en estudio

O1. O2. O3: observación

21

9

## 4.3 Diseño muestral

### 4.3.1 Muestra

#### Variable X1:

- T° Max : serie histórica T° max años 2001-2020
- T° min serie histórica T min años 2001 -2020
- T° X . serie histórica T media años 2001-2020
- HR: serie histórica humedad relativa. años 2001-2020
- pp . serie histórica precipitación pluvial años 2001-2020

#### Variable Y1:

Nivel del río Amazonas (2001 – 2020)

**1** Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y SEHINAV. Servicio de Hidrología y Navegación. Capitanía de Puerto de Iquitos.

## 4.4 Criterio de Selección:

### 4.4.1 Inclusión:

**1** Los variables en estudio, se trabajarán con datos obtenidos de las instituciones arriba mencionadas, considerando los años 2001 al 2020, de datos de temperatura máxima y mínima, humedad relativa, precipitación y niveles del río Amazonas.

#### 4.4.2 Exclusión:

No se tomará en cuenta cualquier dato que no estén dentro de este rango.

### 3.3 PROCEDIMIENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1 Acceso a la información

La información que se utilizó, según el propósito de la investigación retrospectiva, de las dos variables en estudio, será proporcionada por el SENMHI y SEHINAV, con series históricas de los primeros veinte años del siglo XXI, que fue procesada y analizada.

#### 3.3.2 Población y muestra

##### 3.3.2.1 Muestra

Se trabajó con registros históricos registrados por el SENAMHI y SEHINAV respectivamente: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, humedad relativa, precipitación pluvial, niveles del río Amazonas, de los primero 20 años del siglo XXI (2001 – 2020).

## 1 3.4 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 3.4.1 Procesamiento de la información y análisis de datos

Una vez obtenida la información, se procedió a generar una base de datos en SPSS v. 27 y en Minitab 18, mediante la estadística, se generó Tablas, Gráficos de tendencia entre otros.

## 3.5 ASPECTOS ÉTICOS

El procesamiento y análisis de la información es netamente con fines académicos, datos manejados con veracidad y transparencia por los involucrados en el estudio, a fin de generar información responsable de vital importancia para la sociedad académica y para los decisores de política, regional y local.

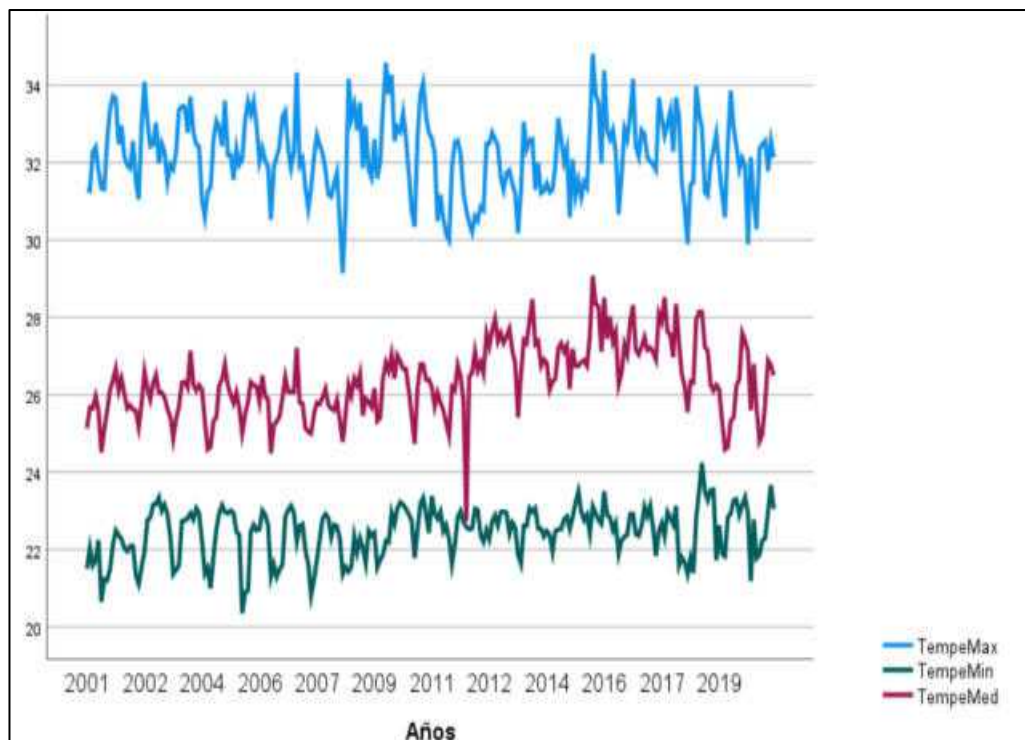
## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 4.2 Variación climática en el siglo XXI

En el presente siglo se presenta el gráfico de secuencias de la variación climática en el presente siglo, de las variables de temperatura máxima (TempeMax), temperatura mínima (TempeMin) y de temperatura media (TempeMed), tal como se muestra en la Figura 1.

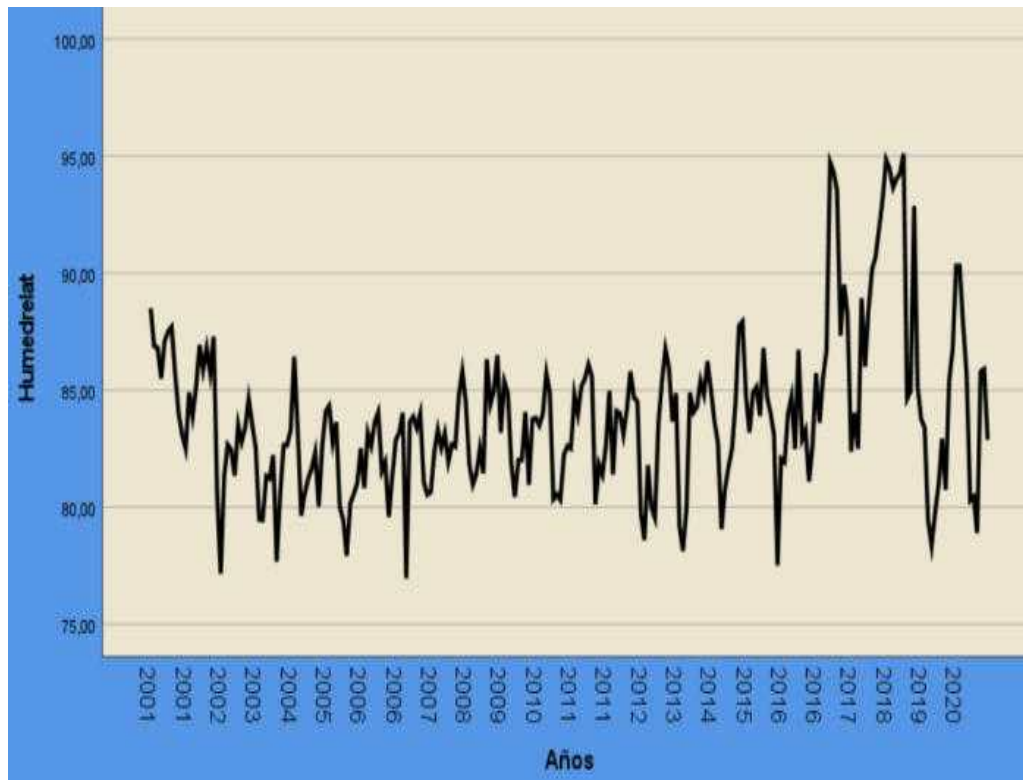
**Fig. 1. Gráfico de secuencia de la variación climática en el siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. SPSS v. 27. Base de datos

Como podemos apreciar, las líneas de tendencia de las tres variables, durante los primeros 20 años del presente siglo, desde el año 2001 hasta el 2020.

1 **Fig. 2. Gráfico de secuencia de Humedad relativa en el siglo XXI**

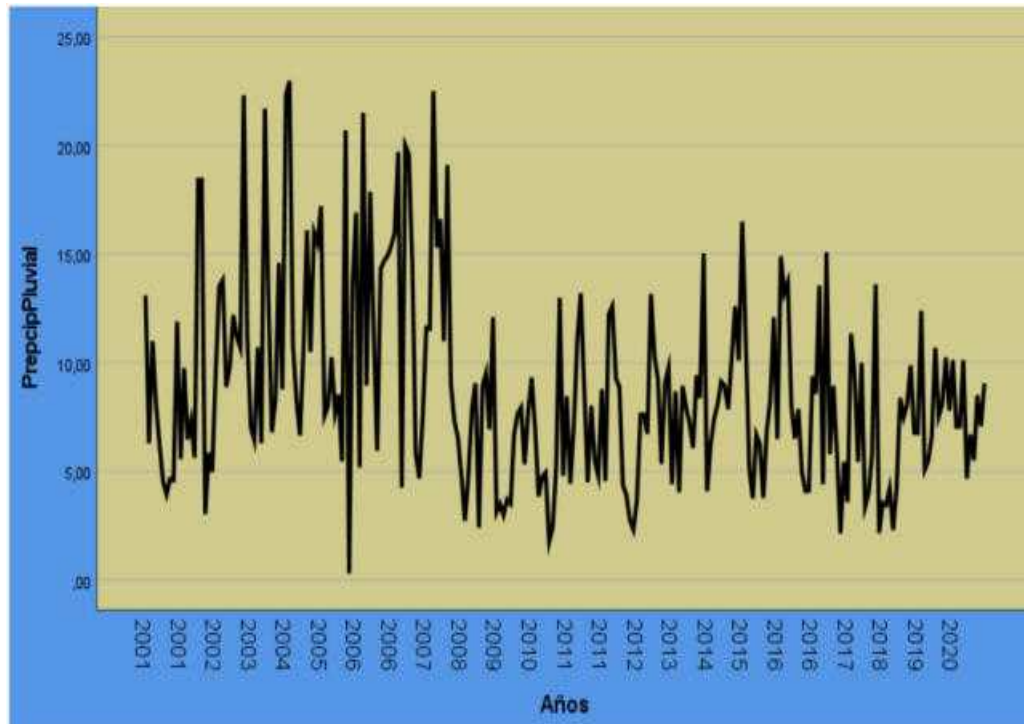


Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 27. Base de datos

En la Figura 2, se observa la secuencia de tendencia de Humedad relativa en los primeros 20 años del siglo XXI.

1 En la Figura 3, se presenta la secuencia de la precipitación pluvial, entre los años 2001 al 2020, del presente siglo XXI.

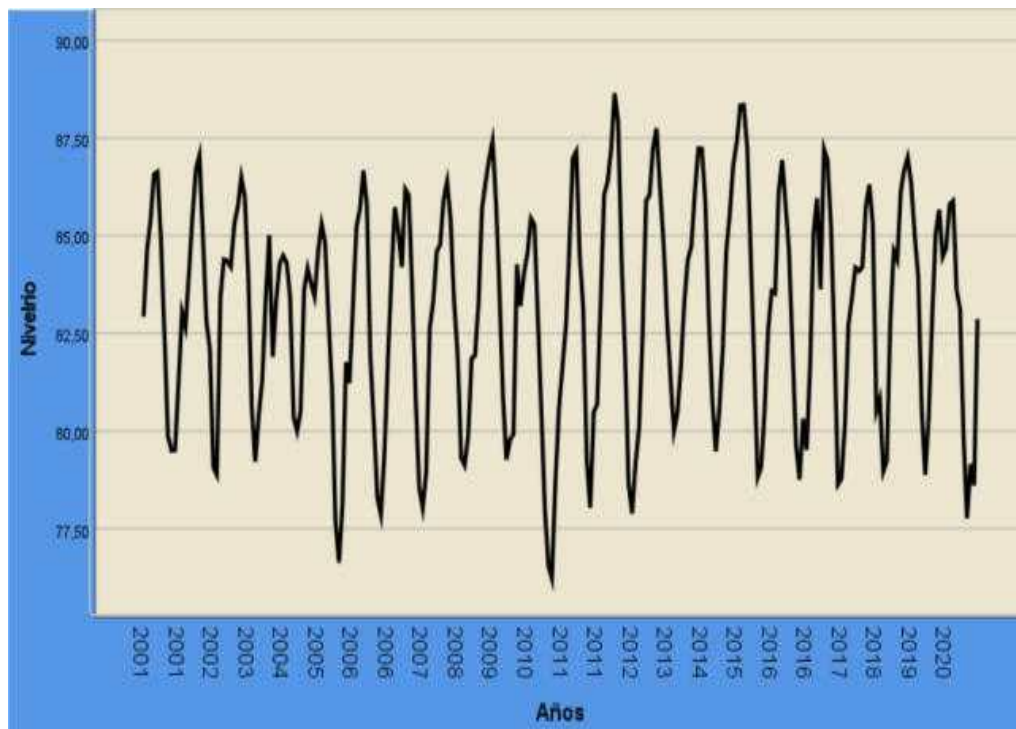
1 **Fig. 3. Gráfico de secuencia de Precipitación pluvial en el siglo XXI**



Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 27. Base de datos

1 En el Gráfico 4, se muestra el gráfico de secuencia de los niveles del río Amazonas, durante los primeros 20 años (2001 – 2020), siglo XXI.

**Fig. 4. Gráfico de secuencia del nivel del río Amazonas durante los primeros 20 años del presente siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. SPSS v. 27. Base de datos

### 4.3 Temperatura máxima

#### 4.3.1 Línea de tendencia de Temperatura máxima en el siglo XXI

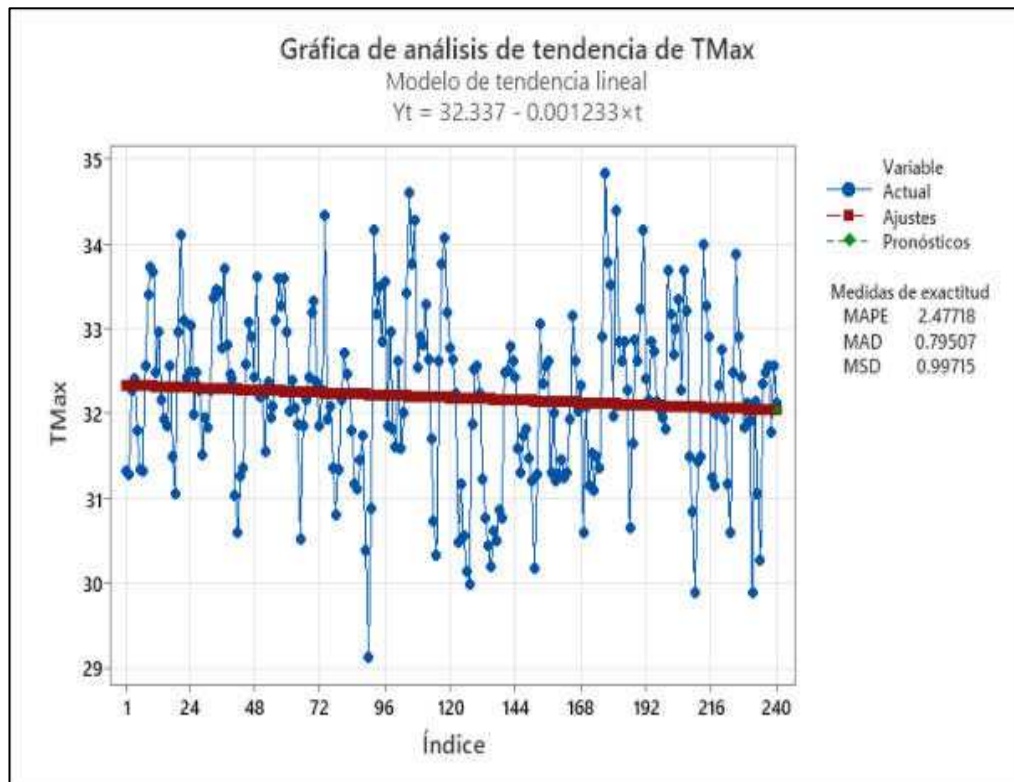
La Figura 5, reporta la línea de tendencia de la temperatura máxima, ajustada a una ecuación lineal  $Y = 32.23 - 0.0001233 x$ . El coeficiente  $- 0.0001233$ , no indica una tendencia decreciente en 20 años del estudio (2001 al 2020), mostrando una ligera tendencia de la temperatura máxima a descender en el tiempo.

Por otro lado, las medidas de precisión indican:

- ❖ MAPE: 2.47 % → buen nivel de precisión para datos climáticos.

- ❖ MAD:  $0.79\text{ }^{\circ}\text{C}$  → el error medio absoluto está por debajo de  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- ❖ MSD:  $0.997$  → error cuadrático medio bajo

**Fig. 5. Línea de tendencia de temperatura máxima en 20 años del siglo XXI**



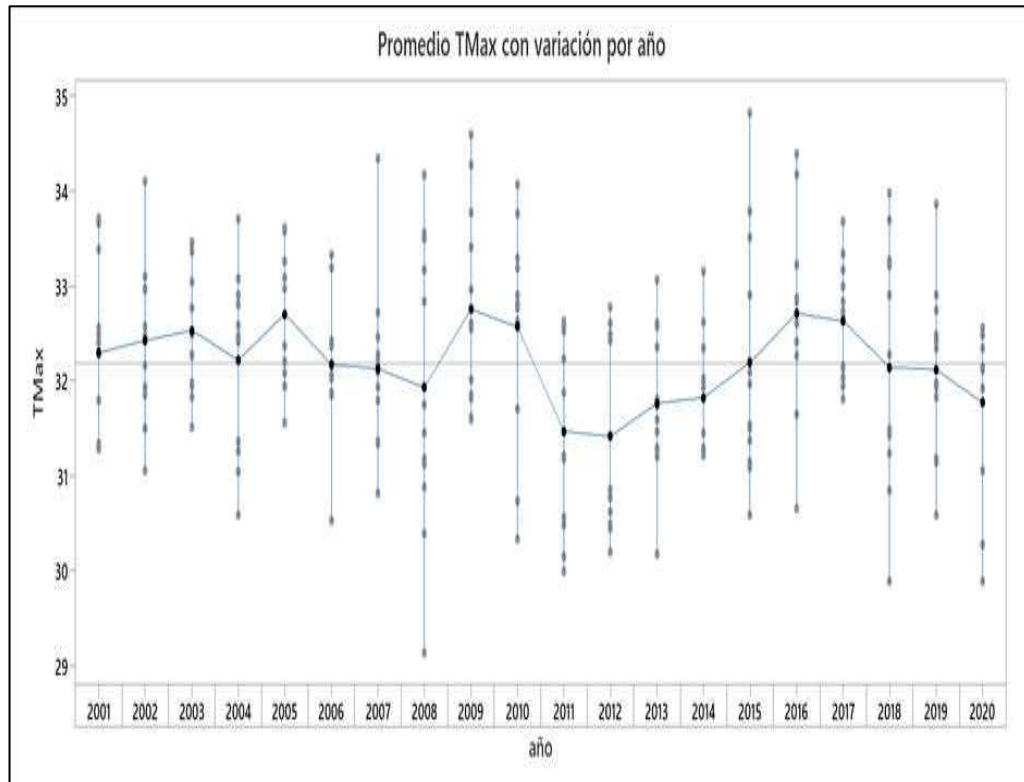
Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.3.2 Variación promedio anual de temperatura máxima de 20 años en el siglo XXI.

La variación promedio anual de temperatura máxima entre los años 2001 al 2020, se presenta en la figura 6, donde se observa un ligero incremento en el año 2009, desde donde se nota el descenso entre los años 2011 y 2012, respectivamente. Del mismo modo, entre el

2016 y 2017, nuevamente logra ascender, estas variaciones se observan en dicha figura.

**Fig. 6. Variación promedio anual de temperatura máxima en 20 años del presente siglo XXI**



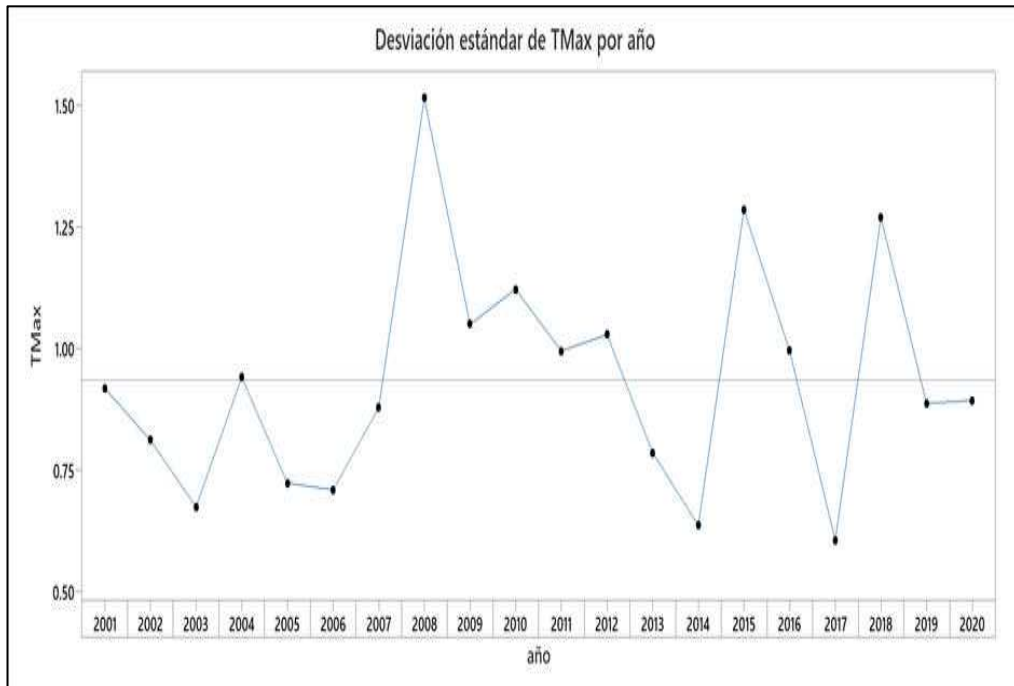
Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.3.3 Desviación estándar de temperatura máxima de 20 años en el siglo XXI.

En la figura 7, se muestra la variabilidad climática de temperatura máxima entre los años 2001 al 2020, en el siglo XXI, donde se observa picos en la desviación estándar en los años 2008, 2015, 2018 por encima de la media respectivamente. Del mismo modo,

picos por debajo de la media, en los años 2003, 2006, 2014, 2017, respectivamente.

**Fig. 7. Desviación estándar de temperatura máxima por año, en el siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.4 Temperatura mínima

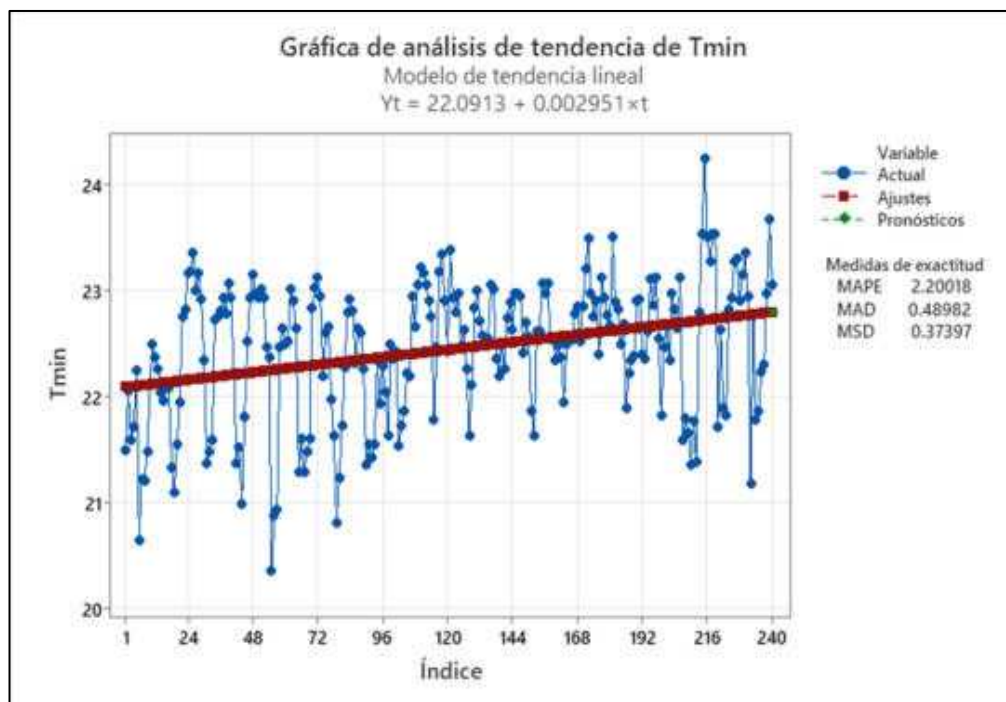
##### 4.4.1 Línea de tendencia de temperatura mínima en el siglo XXI

En la figura 8, se reporta la línea de tendencia de la temperatura mínima,  $Y = 22.09 + 0.0029 x$ , en el cual se observa que la pendiente es positiva, es decir hay un ligero incremento de la temperatura mínima a través de la secuencia en el tiempo entre los 20 años (2001 – 2020).

Las medidas de precisión son las siguientes:

- ❖ MAPE: 2.20 % → bastante buena precisión.
- ❖ MAD: 0.4898 °C → bajo error medio absoluto.
- ❖ MSD: 0.37397 → error cuadrático medio muy bajo.

**Fig. 8. Línea de tendencia de temperatura mínima en el siglo XXI**

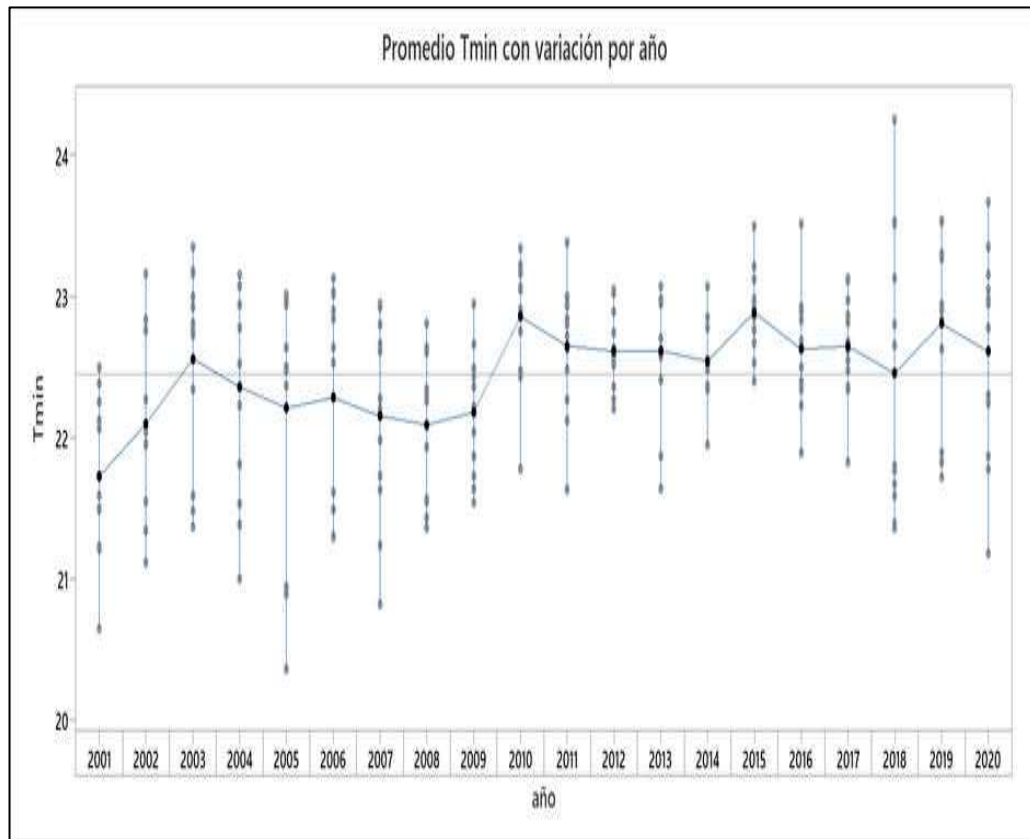


Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.4.2 Variación promedio anual de temperatura mínima en el siglo XXI

En la figura 9, reporta la variación promedio de la temperatura mínima, a lo largo del tiempo en 20 años del presente siglo (2001 al 2020), observándose un valor promedio constante a través de los años.

**Fig. 9. Variación promedio anual de temperatura mínima en el siglo XXI**

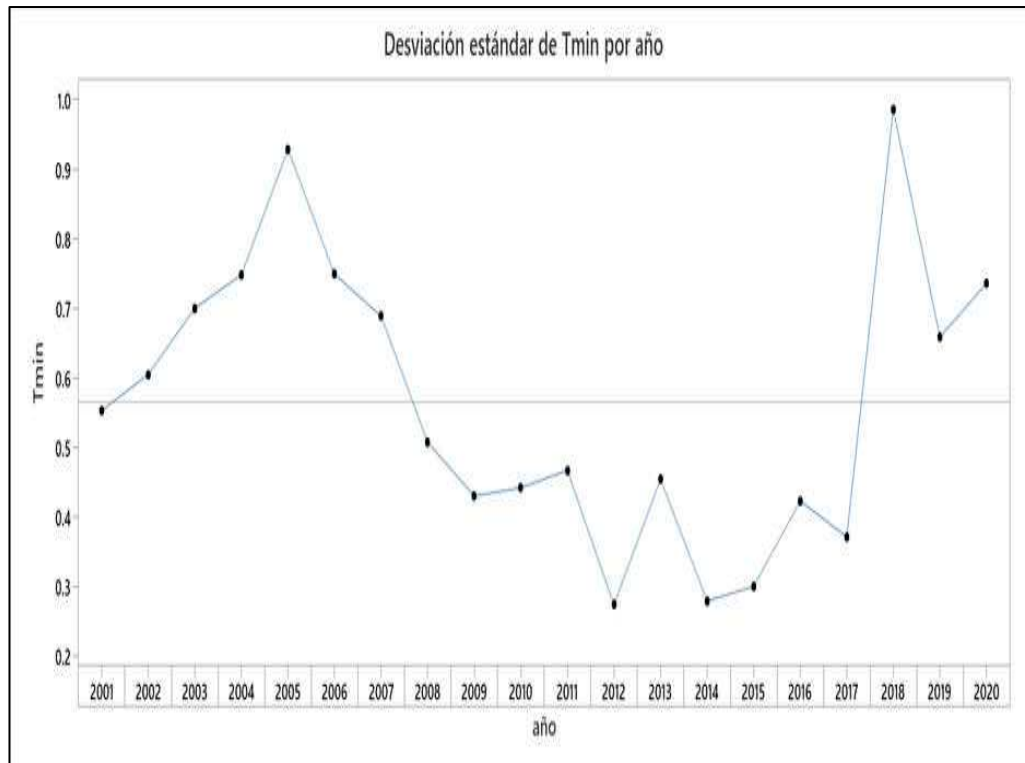


*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.4.3 Desviación estándar de temperatura mínima de 20 años en el siglo XXI.

En la figura 10, reporta la variabilidad climática de temperatura mínima entre los años 2001 al 2020, en el siglo XXI, donde se observa picos en la desviación estándar en los años 2005 y 2008, por encima de la media, respectivamente. Del mismo modo, picos por debajo de la media, en los años 2012, 2014, 2017, respectivamente.

**Fig. 10. Desviación estándar de temperatura mínima en el siglo XXI**



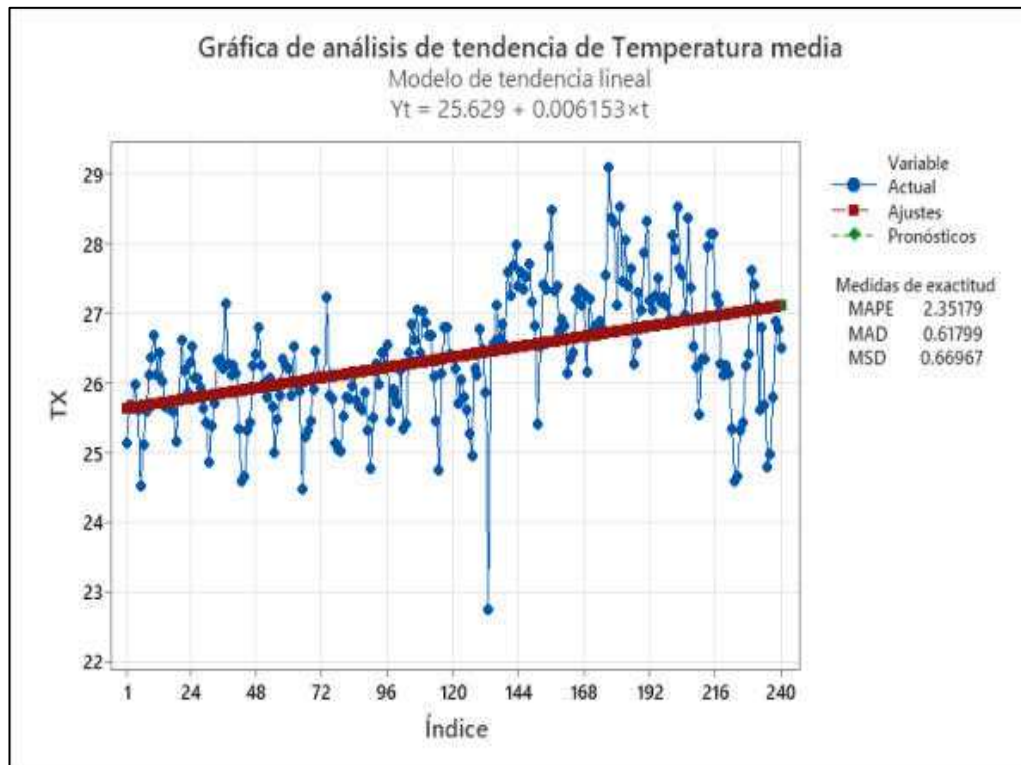
Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

## 4.5 Temperatura media

### 4.5.1 Línea de tendencia de temperatura media entre los años 2001 al 2020

En la figura 11, se muestra el gráfico de temperatura media con su respectiva línea de tendencia, cuya ecuación es la siguiente:  $Y = 25.62 + 0.0061 x$ , que indica una tendencia ligeramente en ascenso, la misma con una pendiente de 0.0061, el cual presenta un incremento moderado en la temperatura media, durante el período de estudio de 20 años de reporte climático.

**Fig. 11. Línea de tendencia de temperatura media en el siglo XXI**

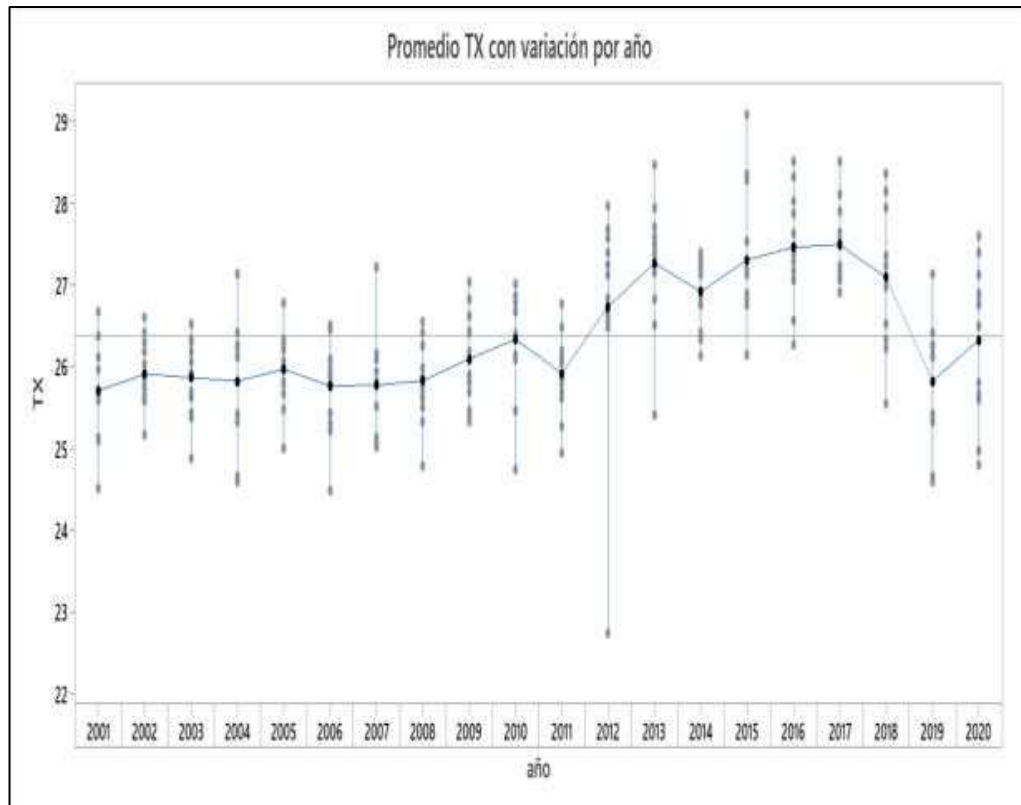


Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.5.2 Variación promedio anual de temperatura media en el siglo XXI

En la figura 12, reporta la variación promedio de la temperatura media por años desde el 2001 hasta el 2020, donde se observa tendencia casi uniforme hasta el 2010. Del mismo modo, a partir del 2011, se reporta un incremento por encima de la media.

**Fig. 12. Variación promedio anual de temperatura media en el siglo XXI**

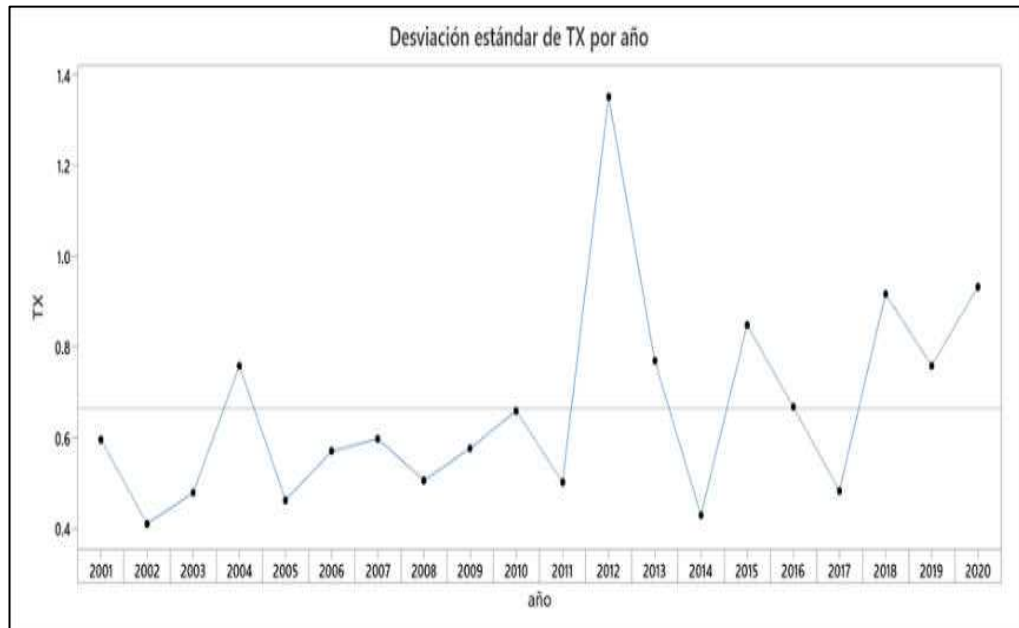


*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.5.3 Desviación estándar de temperatura media en el siglo XXI

En la figura 13, reporta la variabilidad climática de la temperatura media de los últimos 20 años, se nota con claridad que el 2012 fue un año excepcional y, se pudiera considerar un año atípico.

**Fig. 13. Desviación estándar de temperatura media en el siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

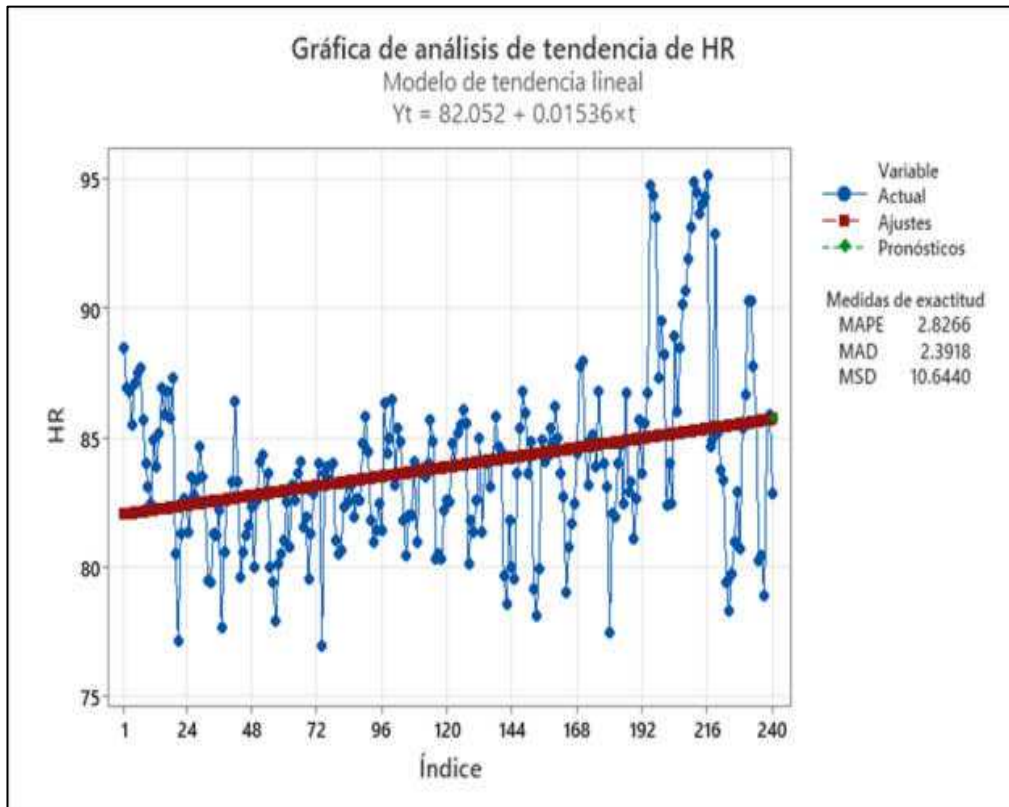
## 4.6 Humedad relativa

### 4.6.1 Línea de tendencia de humedad relativa entre los años 2001 al 2020

En la figura 14, se reporta la línea de tendencia de la humedad relativa de los últimos 20 años (2001 al 2020), cuya ecuación es la siguiente:  $Y = 82.052 + 0.01536 \times t$ , donde se observa una tendencia positiva en ascenso, con una pendiente con un incremento moderado de 0.01536, cuyas medidas de exactitud son:

- ❖ MAPE: 2.83 %: buena precisión
- ❖ MAD: 2.3918: error medio absoluto moderado
- ❖ MSD: 10.6440: error cuadrático medio regular

**Fig. 14. Línea de tendencia de humedad relativa en el siglo XXI**

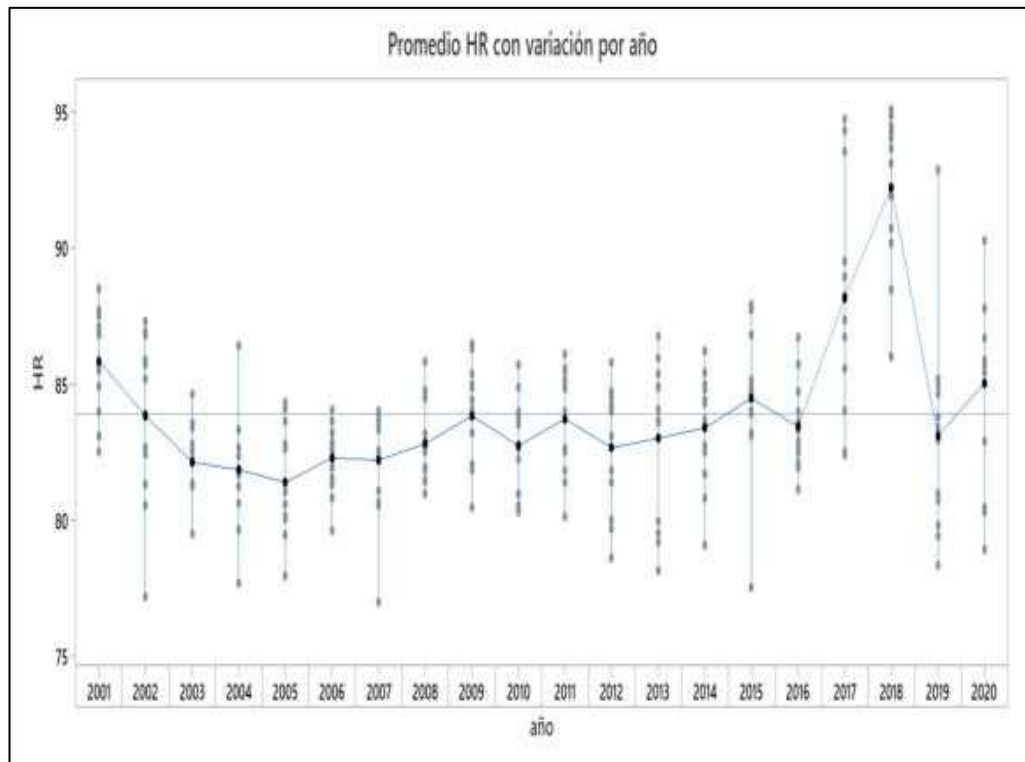


Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

**4.6.2 Variación promedio anual de humedad relativa entre los años 2001 al 2020**

La variación promedio anual de humedad relativa en los primeros años del siglo XXI (2001 – 2020), se muestra en la figura 15, donde se observa un porcentaje constante por debajo del nivel promedio anual desde el año 2002 hasta el año 2014, ocurriendo ciertas fluctuaciones entre ese año y el 2016. Sin embargo, en el 2018 se observa un ligero incremento de la humedad relativa por encima de la media.

**Fig. 15. Variación promedio anual de humedad relativa en el siglo XXI**

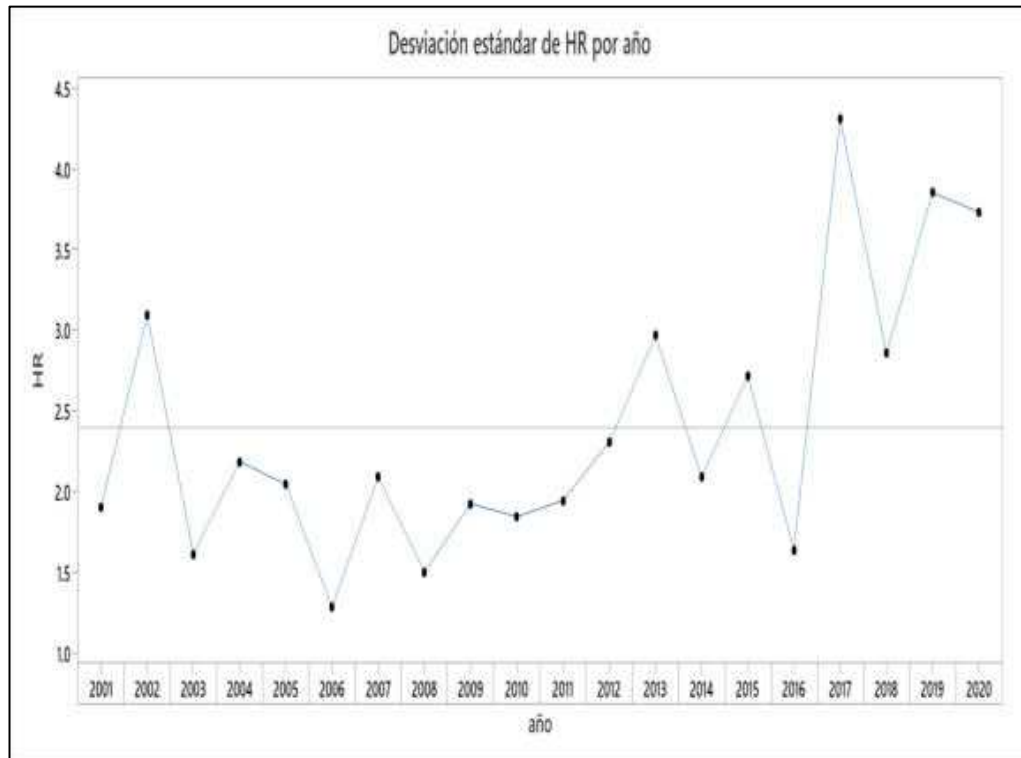


*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.6.2 Desviación estándar de la humedad relativa en el siglo XXI

1 La variabilidad climática de la humedad relativa de los últimos 20 años del presente siglo (2001 – 2020), se presenta en la figura 16, donde se observa que la más alta variabilidad fue en el año 2017.

1 **Fig. 16. Desviación estándar de humedad relativa en el siglo XXI**



Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

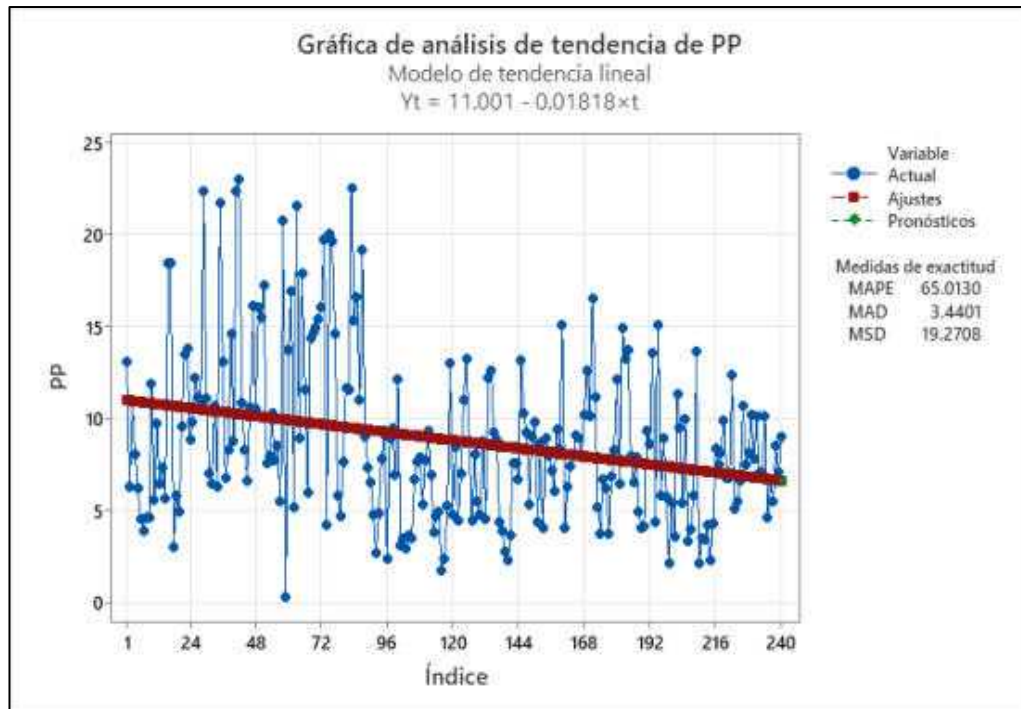
## 4.7 Precipitación pluvial

### 4.7.1 Línea de tendencia de precipitación pluvial entre los años 2001 al 2020

5

Sobre la variable precipitación pluvial, la línea de tendencia de 20 años del presente siglo (2001 – 2020), se muestra en la figura 17, cuya ecuación de tendencia ajustada  $Y_t = 11.001 - 0.01818 \times t$ . Según la ecuación muestra una pendiente negativa decreciente de - 0.01818, que indica una ligera disminución de la precipitación pluvial a través de los años, considerados en el estudio.

1 **Fig. 17. Línea de tendencia de la precipitación pluvial en el siglo XXI**

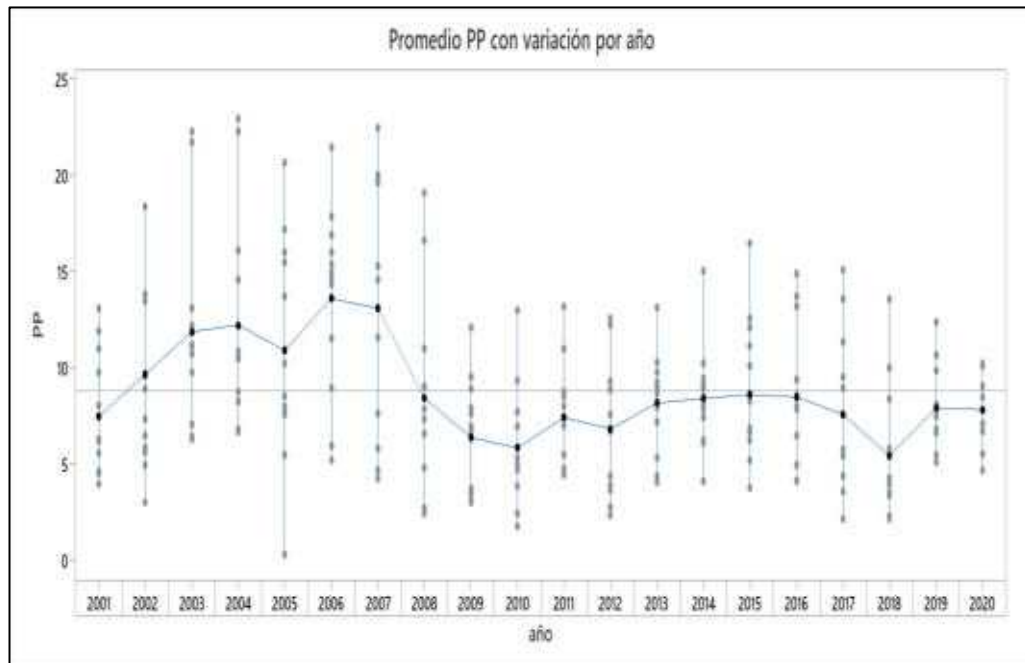


Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.7.2 Variación promedio anual de precipitación pluvial entre los años 2001 al 2020

La figura 18, reporta la variación promedio anual de la precipitación pluvial, se aprecia un ligero incremento de la precipitación pluvial desde los años 2001 hasta 2008, la misma que decrece a través de los años 2009, hacia adelante.

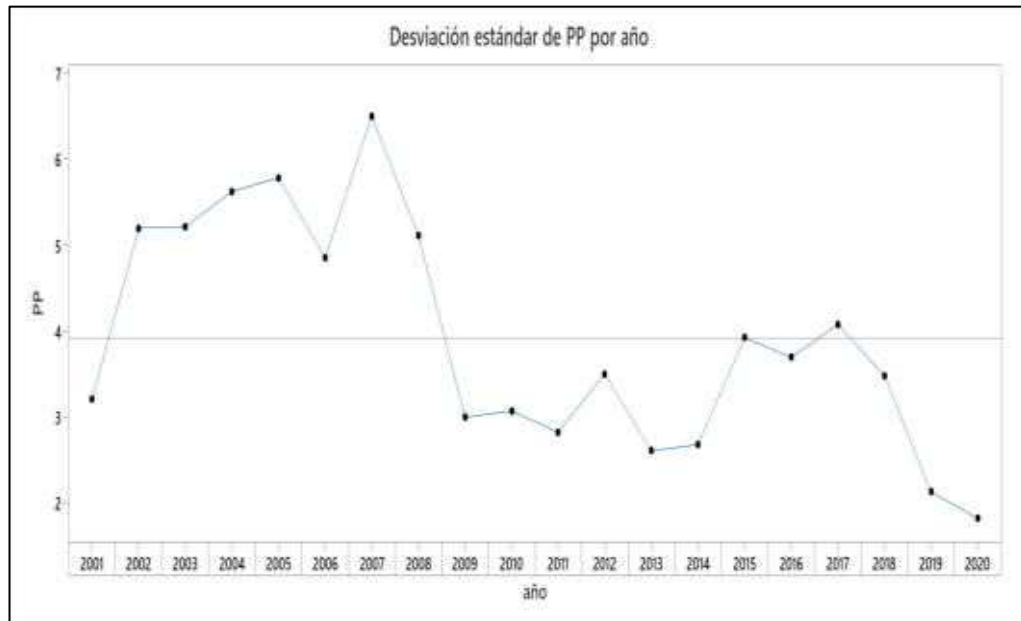
1 **Fig. 18. Variación promedio anual de la precipitación pluvial en el siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

### 4.7.3 Desviación estándar de la precipitación pluvial

12 En la figura 19, se observa la variación anual de la precipitación anual 2001 al 2020, donde se observa una tendencia decreciente a partir del año 2009, que continua hacia los años considerados en el estudio.

**Fig. 19. Desviación estándar de la precipitación pluvial en el siglo XXI**

Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

## 4.8 Nivel del río

### 4.8.1 Línea de tendencia del nivel del río Amazonas entre los años 2001 al 2020

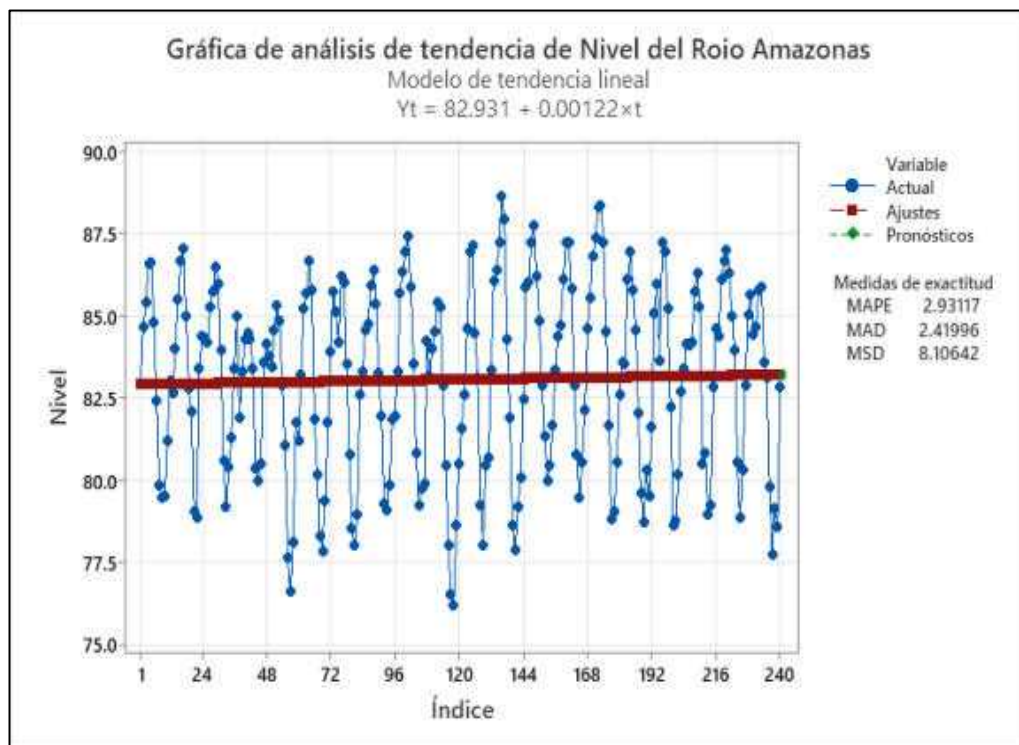
El nivel de fluctuaciones del río Amazonas de 20 años considerados en el estudio (2001 – 2020), se observa en la figura 20, cuya ecuación de tendencia ajustada de  $Y_t = 82.931 + 0.00122 \times t$ . El valor de 0.00122, muestra una pendiente positiva, que indica un leve incremento del nivel del río Amazonas a lo largo del tiempo, y sus medidas de exactitud son:

MAPE 2.93117

MAD 2.41996

MSD 8.10642

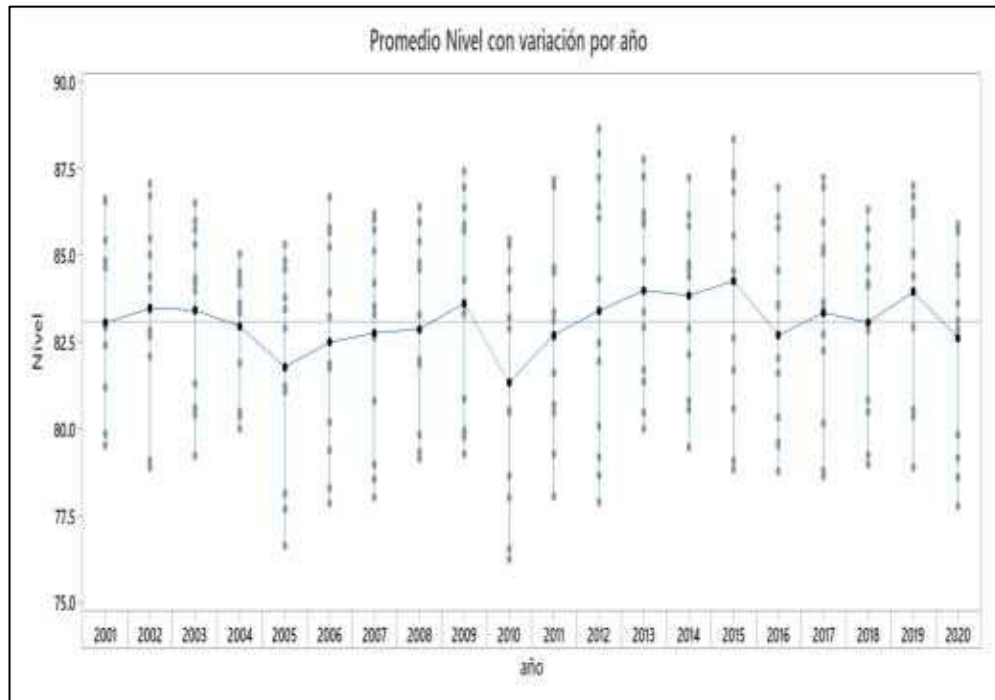
**Fig. 20. Línea de tendencia del nivel del río en el siglo XXI**



Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.8.2 Variación promedio anual del nivel del río Amazonas en el siglo XXI

La variación promedio anual de las fluctuaciones de los niveles del río Amazonas durante los primeros 20 años del siglo XXI (2001 – 2020), donde se observa ligeras variaciones en los niveles, tal como se observa en la figura 20.

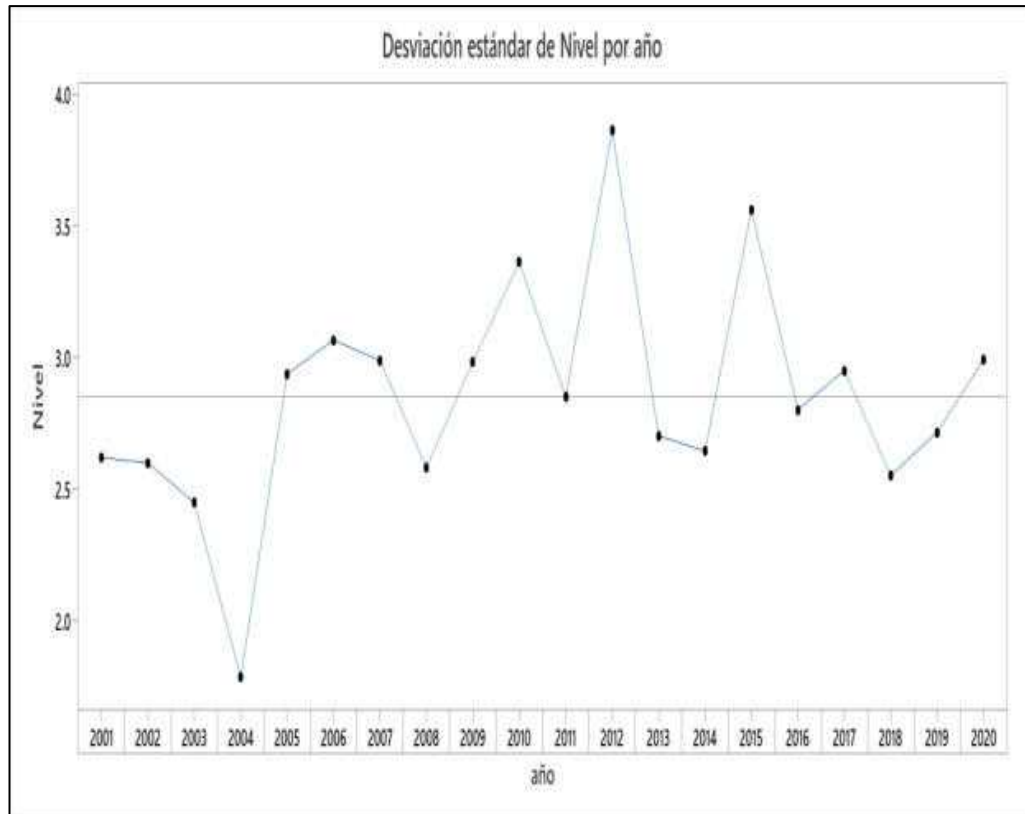
**Fig. 20. Variación promedio anual de los niveles del río Amazonas**

*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

### 4.8.3 Desviación estándar de las fluctuaciones del nivel del río en el siglo XXI

En la figura 21, se reporta la variabilidad de las fluctuaciones del río Amazonas de los últimos 20 años, donde se observa una caída dramática el año 2004, y un valor con ascendencia en el 2012, que nivel río presentó un valor destacado en los años considerados en el estudio.

2 **Fig. 21. Desviación estándar de las fluctuaciones del nivel del río en el siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

## 4.9 Correlaciones entre Nivel del río Amazonas y las demás variables

### 4.9.1 Correlación entre Temperatura máxima vs Nivel del río Amazonas

1 Los valores de las correlaciones entre temperatura máxima vs nivel del río Amazonas, donde el valor de  $r = -0.526$ , presentando una correlación negativa, tal como se observa en la Tabla 1 y Figura 22, respectivamente.

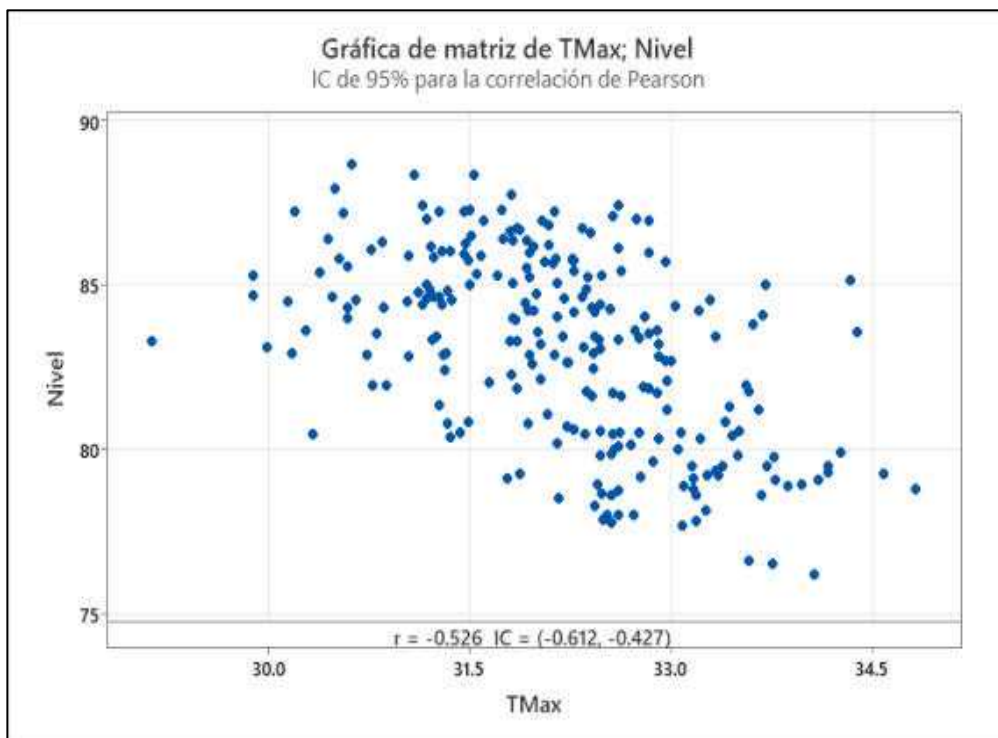
**Tabla 1. Correlación entre Temperatura máxima vs Nivel del río Amazonas**

		TempeMax	Nivelrio
TempeMax	Correlación de Pearson	1	-,526**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	240	240
Nivelrio	Correlación de Pearson	-,526**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	240	240

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia. Base datos SPSS v. 27

**Fig. 22. Temperatura máxima vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**



Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

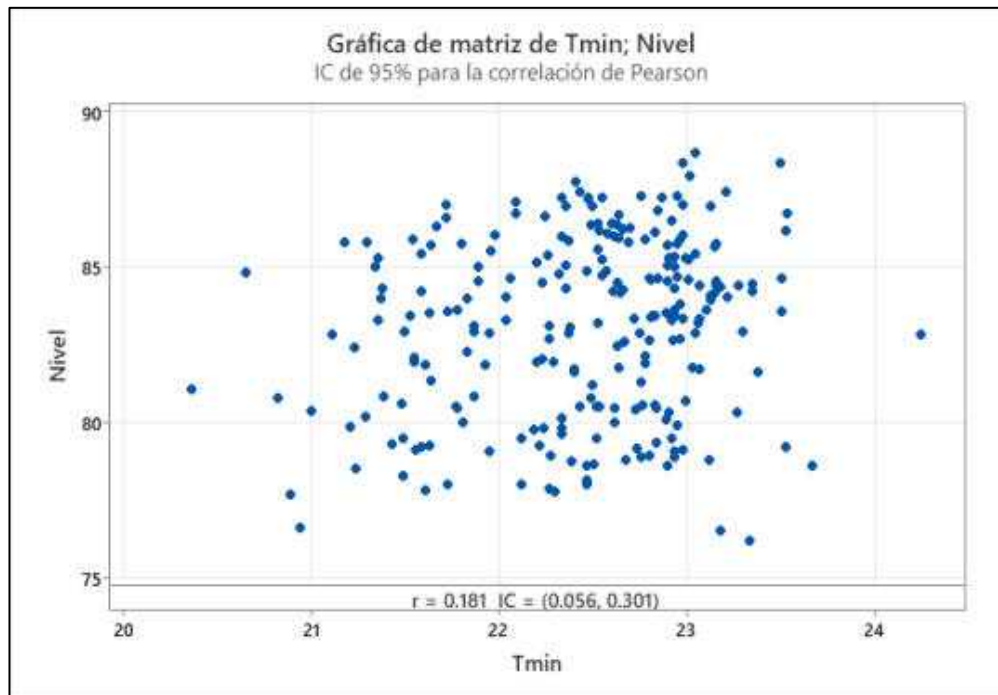
#### 4.9.2 Correlación entre Temperatura mínima vs Nivel del río Amazonas

La correlación entre Temperatura mínima vs Nivel del río Amazonas, nos muestra un valor de  $r = 0.18$ , denotando una correlación positiva, baja.

**Tabla 2. Correlación entre Temperatura mínima vs Nivel del río Amazonas**

		TempeMin	Nivelrio
TempeMin	Correlación de Pearson	1	,181**
	Sig. (bilateral)		,005
	N	240	240
Nivelrio	Correlación de Pearson	,181**	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	240	240

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Fig. 23. Temperatura mínima vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**

*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.9.3 Correlación entre Temperatura media vs Nivel del río Amazonas

En la Tabla 3, se observa la correlación entre temperatura media vs nivel del río Amazonas en los primeros 20 años de este siglo (2001 – 2020), donde el valor de  $r = -0.075$ , presentando una correlación negativa, muy baja, tal como se corrobora en la Figura 24.

2

**Tabla 3. Correlación entre la Temperatura media vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**

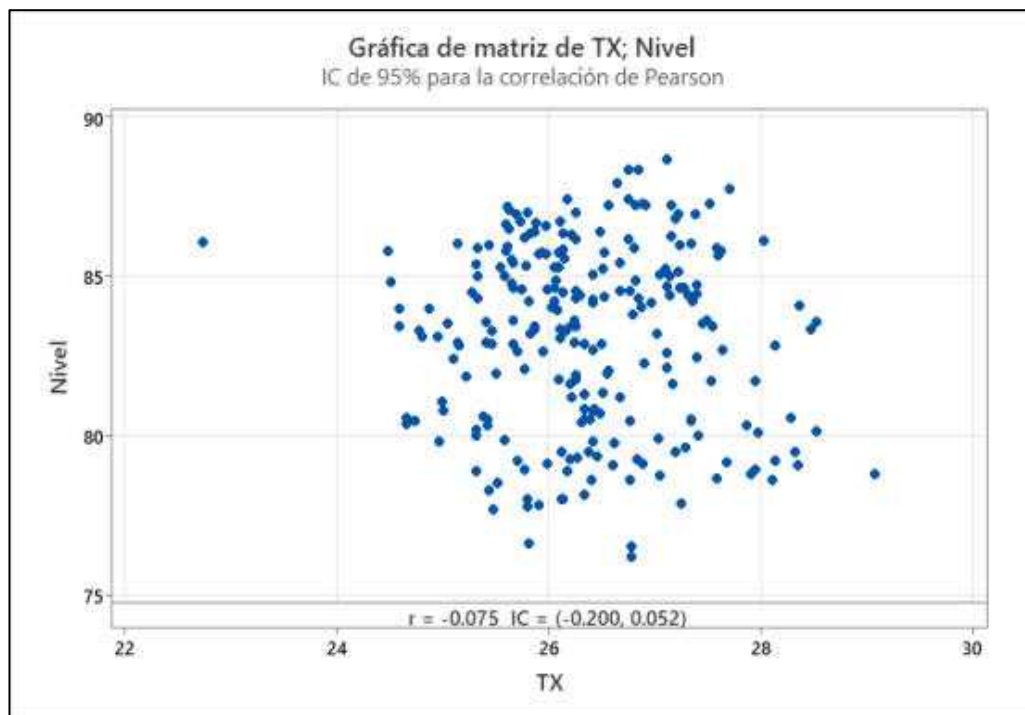
**Correlaciones**

		TempeMed	Nivelrio
TempeMed	Correlación de Pearson	1	-,075
	Sig. (bilateral)		,248
	N	240	240
Nivelrio	Correlación de Pearson	-,075	1
	Sig. (bilateral)	,248	
	N	240	240

*Fuente:* Elaboración propia. Base datos SPSS v. 27

2

**Fig. 24 Temperatura media vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**



*Fuente:* Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.9.4 Correlación entre Humedad relativa vs Nivel del río Amazonas

En la tabla 4, se muestra la correlación entre humedad relativa vs el nivel del río Amazonas, cuyas fluctuaciones presenta un valor de  $r = 0.371$ , que presenta una correlación baja, corroborado en la figura 25.

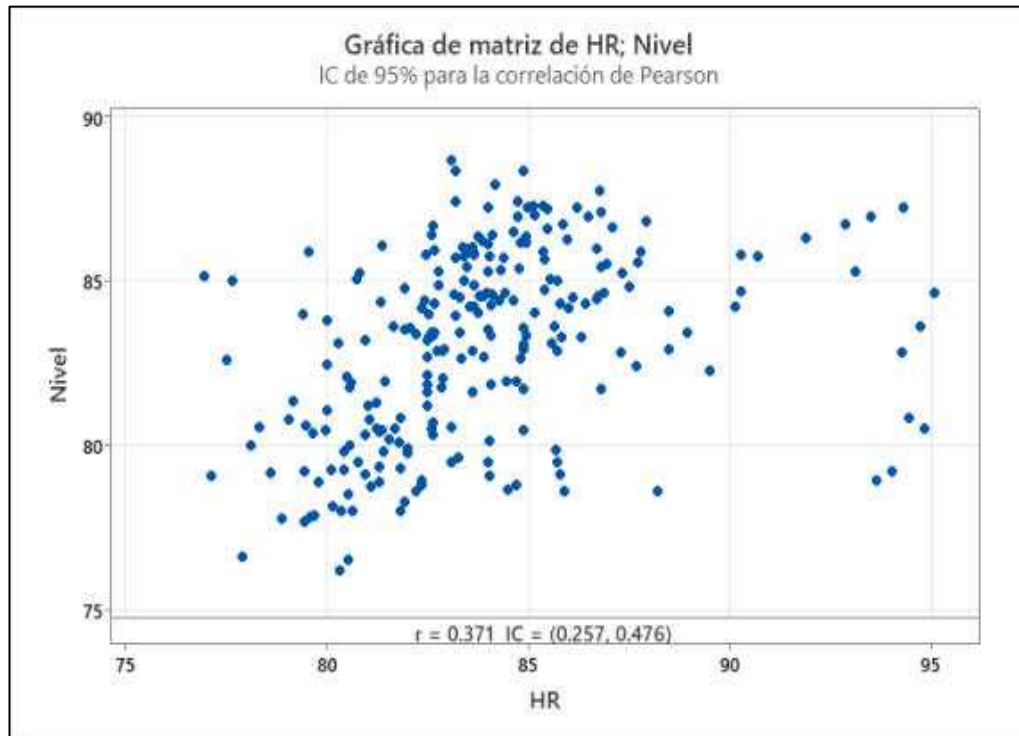
**Tabla 4. Correlación entre Humedad relativa vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**

**Correlaciones**

		Humedrelat	Nivelrio
Humedrelat	Correlación de Pearson	1	,371**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	240	240
Nivelrio	Correlación de Pearson	,371**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	240	240

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia. Base datos SPSS v. 27

**Fig. 25. Humedad relativa vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**

Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

#### 4.9.5 Correlación entre Precipitación pluvial vs Nivel del río Amazonas

En la tabla 5 y en la figura 26, se muestra la correlación entre precipitación pluvial vs el nivel del río Amazonas, donde se observa un valor de  $r = 0.23$ , considerado como correlación baja.

#### Tabla 5. Correlación entre Precipitación pluvial vs Nivel del río Amazonas

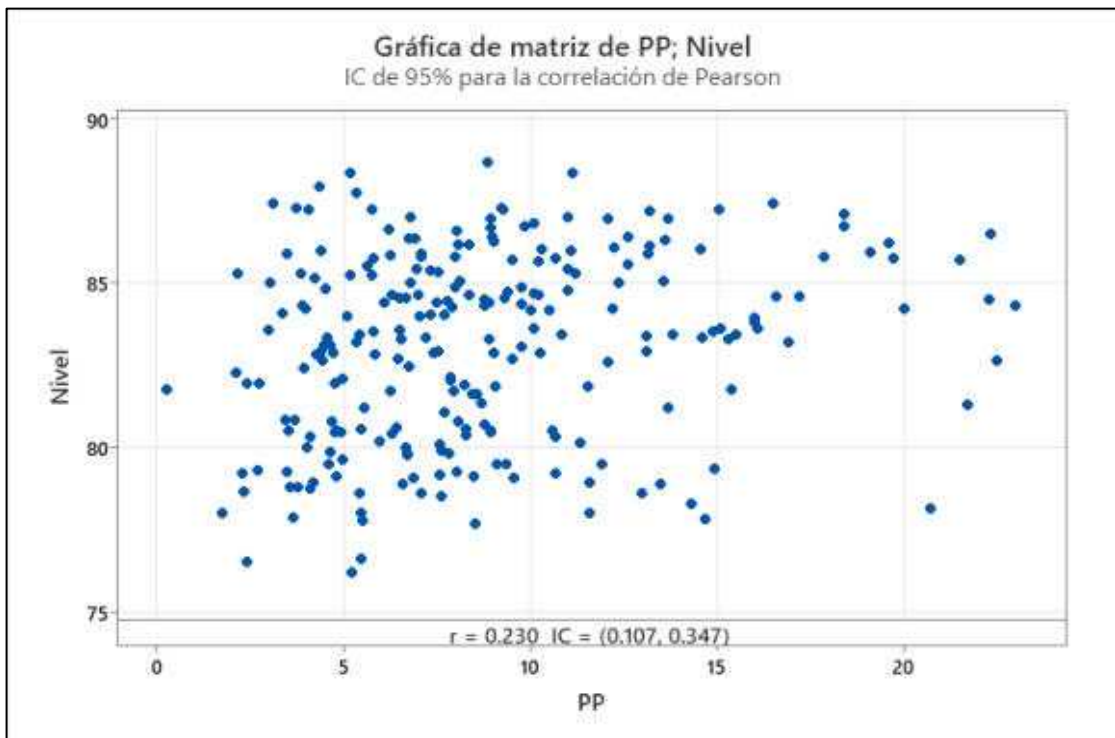
### Correlaciones

		PrepcipPluvia I	Nivelrio
PrepcipPluvial	Correlación de Pearson	1	,230**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	240	240
Nivelrio	Correlación de Pearson	,230**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	240	240

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia. Base datos SPSS v. 27

**Fig. 26. Precipitación pluvial vs Nivel del río Amazonas en el siglo XXI**



Fuente: Elaboración propia. Minitab 18. Base de datos

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, a fin de evaluar el comportamiento del clima local y variaciones de los niveles del río Amazonas en los primeros veinte años del siglo XXI, comparando las tendencias de cada uno de los componentes del clima y correlacionarlos con las fluctuaciones de los niveles del río.

Al referirnos al análisis de la variabilidad climática en el siglo XXI (2001 – 2020), precisamente la tendencia de la temperatura máxima según la ecuación  $Y = 32.23 - 0.0001233x$ , presentan una tendencia decreciente en los primeros 20 años del siglo XXI, lo que se puede interpretar que la máxima tiende a descender en el tiempo de estudio (-0.0001233), según la figura 5.

Cuando se analiza la variable temperatura mínima, cuya línea de tendencia  $Y = 22.09 + 0.0029x$ , cuya ecuación nos presenta una pendiente positiva, que nos indica que existe un pequeño incremento en la mínima en 20 años (2001 – 2020). Sin embargo, al calcular la tendencia de la temperatura media del clima en los primeros años del siglo XXI, cuya ecuación  $Y = 25.62 + 0.0061x$ , muestra un incremento de la media (+ 0.0061) pendiente positiva, según el reporte de la data histórica, según figuras 8 y 11, respectivamente.

Sin embargo, también se reporta otra variable del clima local muy relevante como, humedad relativa, cuya línea de tendencia  $Y = 85.052 + 0.01536x$ , el cual nos muestra pendiente positiva (+0.01536), cuyo valor moderado indica un ligero ascenso en los años del estudio. Otro componente importante en el estudio es precipitación pluvial, analizado en la serie tiempo, según la ecuación  $Y = 11.001 - 0.01818x$ , indica un valor decreciente en la pendiente, cuyo valor

negativo (- 0.01818), indica que la precipitación fluvial en los primero 20 años del siglo XXI, ha disminuido, según la figura 17.

Las fluctuaciones del nivel del río, muchas veces están relacionadas con los componentes del clima, y según los resultados del análisis de esta variable cuya ecuación  $Y = 82.931 + 0.00122xt$ , cuya pendiente positiva (0.00122) indica, un ascenso moderado en los 20 años del siglo XXI, considerados en la data histórica del estudio, figura 20.

Por ello, se hizo relevante realizar la correlación entre las variables del clima con los niveles del río Amazonas. Inicialmente, temperatura máxima con niveles del río Amazonas en 20 años (2001 – 2020), muestra valor de  $r = - 0.526$ , negativo (tabla 1, figura 22 respectivamente). Sobre temperatura mínima, al correlacionar con el nivel del río Amazonas, muestra un valor de  $r = 0.18$ , positivo, bajo, no muy relevante (tabla 2, figura 22 respectivamente. Los valores de  $r$  para temperatura media, humedad relativa, precipitación fluvial vs nivel del río Amazonas, ( $r = -0.075$ ,  $r = 0.371$ ,  $r = 0.23$  respectivamente) presentan valores muy bajos.

Dichos valores encontrados en el análisis estadístico de la data histórica, reportados por (1, 2, 3), quienes manifiestan sobre el ascenso de la temperatura global, repercute en las variaciones del clima, eventos climáticos, anomalías climáticas, generando diversos cambios en los patrones climáticos a nivel mundial observados actualmente, entre ellos, la precipitación pluvial mostrando variaciones porcentuales muy altas (100%).



## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1 Realizado el análisis respectivo de datos de los valores del clima y el nivel del río Amazonas de los primeros 20 años del siglo XXI, se concluye:

1. El análisis de tendencia, de temperatura máxima en Iquitos entre los años 2001 y 2020 del siglo XXI, utilizando un modelo lineal, muestra una leve tendencia decreciente de aproximadamente  $0.0012\text{ }^{\circ}\text{C}$  por año. Sin embargo, esta tendencia es muy sutil y, está enmascarada por una alta variabilidad interanual, lo que indica que otros factores o eventos climáticos o locales influyen fuertemente en la evolución de la temperatura máxima.
2. A pesar de la ligera disminución, no se descartan y es muy probable, eventos climáticos concurrentes, cambios de patrones futuros debido a fenómenos globales, como el cambio climático.
3. El análisis de tendencia de la temperatura mínima en Iquitos, desde el año 2001 al 2020, revela un incremento sostenido y significativo, estimado en aproximadamente  $0.059\text{ }^{\circ}\text{C}$  en los últimos 20 años.
4. Este comportamiento sugiere un patrón de calentamiento nocturno, ocurrente en los últimos tiempos, compatible con los efectos del cambio climático, especialmente el aumento del contenido de vapor de agua, urbanización y reducción de cobertura vegetal. A diferencia de la temperatura máxima, que muestra una ligera tendencia a la baja, la temperatura mínima, se incrementa consistentemente, lo cual también puede estar asociado con un estrechamiento del rango térmico diario.

- 14
5. El análisis de tendencia de la temperatura media anual en Iquitos, en el siglo XXI, período comprendido entre los años 2001 al 2020, muestra una estabilidad térmica general, con muy leve tendencia de incremento (0.006 °C), en los años comprendidos en el estudio. Este comportamiento, se explica por el aumento progresivo de la temperatura mínima y la ligera disminución de la temperatura máxima, que al promediarse resultan en una media casi constante. Estos resultados reflejan una posible reducción del rango térmico diario, lo cual es coherente con patrones asociados al cambio climático y alteraciones micro climáticas en zonas tropicales.
  6. El análisis de tendencia lineal de la precipitación pluvial en Iquitos, en el período comprendido entre los años 2001 al 2020, siglo XXI, revela una ligera tendencia decreciente, con una disminución promedio estimada en aproximadamente 1.6 mm en dos décadas. Esta variación, aunque pequeña, sugiere una posible reducción progresiva en la cantidad de lluvias anuales. La fuerte variabilidad interanual, indica que el régimen de precipitaciones es altamente influenciado por factores externos, como los fenómenos ENSO (El Niño-Oscilación del Sur), y la dinámica atmosférica amazónica. Es fundamental observar, esta tendencia en conjunto con otros indicadores climáticos para evaluar su impacto en el balance hídrico regional y los ecosistemas locales.
  7. El análisis de tendencia de la humedad relativa, posiblemente en descenso o fluctuante, esto puede agravar la sensación térmica de calor si va acompañado de temperaturas mínimas altas. También afecta procesos como la evapotranspiración, el confort térmico, la salud humana y la dinámica ecológica.

8. El análisis de tendencia nivel del río Amazonas y sus fluctuaciones en dicho período en estudio (2001 - 2020, indica una tendencia decreciente anual del nivel del río Amazonas. La pendiente indica una disminución de 0.0531 metros por año en las fluctuaciones. En 20 años, eso equivale a una reducción de:  $0.0531 \times 20 = 1.062$  m

9. Que en cuanto a correlaciones se reporta los siguiente:

Nivel del rio Amazonas vs Temperatura máxima:  $r = - 0.5626$

Nivel del rio Amazonas vs Temperatura mínima:  $r = 0.181$

Nivel del rio Amazonas vs Temperatura media:  $r = 0.075$

Nivel del rio Amazonas vs Humedad relativa:  $r = 0.371$

Nivel del rio Amazonas vs Precipitación pluvial:  $r = 0.230$

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Según resultados obtenidos del análisis de la data histórica de las variables climáticas en el estudio y las variaciones de nivel del río Amazonas, en 20 años del siglo XXI (2001 – 2020), se recomienda lo siguiente:

1. Monitorear constantemente el clima, para predecir eventos climáticos, a nivel académico, a fin de establecer ciertos parámetros que conduzcan a sensibilizar a los tomadores de decisiones en todos los niveles de gobierno, nacional, sub nacional y local.
2. El estudio nos muestra variaciones climáticas, incrementos y descensos en algunas variables en estudio, por tanto, se hace necesario, utilizar otras variables e incluirlas en estudios posteriores como el efecto de la cubierta vegetal, según estratos.
3. Realizar estudios comparativos similares, en diferentes cuencas amazónicas, donde sea posible realizar mediciones del clima y variables hidrológicas considerando otros índices, niveles sobre el nivel del mar, entre otros.
4. Fomentar en la educación básica, intermedia y superior la importancia de la cobertura vegetal, que permita inferir en la sensación térmica local, muy variable, en la ciudad de Iquitos, con varios microclimas locales.