

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA



TESIS

Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025

Para optar el título profesional de:

Licenciada en Estadística

Presentado por:

Bach. Rivas Cárdenas Alexi Fiorella

Bach. Silva Salas Diana Carolina

Asesor:

M. Sc. Fredys Marino Trujillo Custodio

Lambayeque – Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS



ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA

TESIS

Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025

Presentado por:

Bach. Rivas Cárdenas Alexi Fiorella
Investigador

Bach. Silva Salas Diana Carolina
Investigador

M. Sc. Fredys Marino Trujillo Custodio
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA



TESIS

Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025

Aprobado por:

Dr. Wilver Omero Rodríguez López
Presidente

Dra. Lilian Roxana Paredes López
Secretaria

Dr. Wilder Ángel Alvarado Castillo
Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DECANATO

Ciudad Universitaria – Lambayeque

LICENCIADA - RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 015 -2023-SUNEDU / CD



0092



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 054-2026-D/FACFyM

Siendo las 11:00 del día 16 de julio del 2026, se reunieron los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025

Designados por Resolución N° 133 - 2026 D/FACFyM de fecha 09 de marzo 2026

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Dr. Lic. Est. Wilver Omero Rodríguez López

Presidente

Dra. Lic. Est. Lilian Roxana Paredes López

Secretario

Dr. Lic. Est. Wilder Angel Alvarado Castillo

Vocal

La tesis fue asesorada por (el) (la) Mg. Fredys Marino Trujillo Custodio, nombrado por Resolución N° 133 - 2026 D/FACFyM de fecha 09 de marzo de 2026

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 527 - 2026 D/FACFyM de fecha 09 de julio de 2026

La Tesis fue presentada y sustentada por (el) (los) Bachiller (es) Silva Salas, Diana Carolina y Rivas Cardenas, Alexi Fiorella, y tuvo una duración de 50 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de Diecinueve (19) en la escala vigesimal, mención Muy Bueno.

Por lo que queda(n) apto(s) para obtener el Título Profesional de licenciada en Estadística, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:00 m. se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

Dr. Lic. Est. Wilver Omero Rodríguez López
Presidente

Dra. Lic. Est. Lilian Roxana Paredes López
Secretario

Dr. Lic. Est. Wilder Angel Alvarado Castillo
Vocal

Dr. Lic. Est. Fredys Marino Trujillo Custodio
Asesor

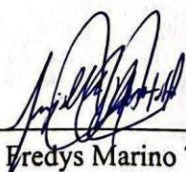
CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Fredys Marino Trujillo Custodio, usuario revisor del documento titulado: “Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la Temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025”, cuyos autores son Rivas Cárdenas Alexi Fiorella y Silva Salas Diana Carolina, identificados con DNI 70679317 y 74086955 respectivamente; declaran que la evaluación realizada por el programa informático Turnitin, ha arrojado un porcentaje de similitud de 15%, verificable en el resumen de reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 08 de julio del 2026



M.Sc.Lic. Fredys Marino Trujillo Custodio

DNI:16713673

Asesor

Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y relativa. Región Ucayali, 2017-2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJO DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.aeres.hr

Fuente de Internet

2

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

3

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

4

www.revistas.espol.edu.ec

Fuente de Internet

5

repositorio.ues.edu.sv

Fuente de Internet

6

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

7

Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Trabajo del estudiante

8

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

9

José M. Fernández Paris. "Valoración del estado de alteración de los materiales pétreos los monumentos", Materiales de Construcción, 1982

Publicación

10

Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC

Trabajo del estudiante

11

dokumen.pub

Fuente de Internet

12

www.coursehero.com

Fuente de Internet

13

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

14

Rocabado Paco, Lucio Guillermo. "Evaluación del régimen climático en panqar-huyus con el cultivo de lechuga (Lactuca sativa, var. gan rapids TBR).", Brigham Young University,


Fredys Marino Trujillo Custodio
DNI 16713673

2020

Publicación


Fredys Marino Trujillo Custodio
DNI 16713673

15 hdl.handle.net
Fuente de Internet

16 repositorio.lamolina.edu.pe
Fuente de Internet

17 repositorio.uchile.cl
Fuente de Internet

18 Yerson Paul Semillan Rosales, Mario Enrique Nizama Reyes, Segundo Rafael Atto Coba, Mauro Manuel Vivas Landa et al. "Rol de la inversión pública en transporte y agricultura en el crecimiento económico del Perú: evidencia econométrica", Editora Científica Digital, 2020
Publicación

19 definicion.edu.lat
Fuente de Internet

20 repositorio.ingemmet.gob.pe
Fuente de Internet

21 www.cienciadigital.org
Fuente de Internet

22 repositorio.ucp.edu.pe
Fuente de Internet

23 Submitted to utn
Trabajo del estudiante

24 Submitted to Universidad Cesar Vallejo
Trabajo del estudiante

25 repositorio.utdt.edu
Fuente de Internet

26 Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Trabajo del estudiante

27 www.colef.mx
Fuente de Internet

28 dspace.uazuay.edu.ec
Fuente de Internet

29 repositorio.usmp.edu.pe
Fuente de Internet

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

30

Trabajo del estudiante



31

www.gestiopolis.com

Fuente de Internet

Fredys Marino Trujillo Custodio
DNI 16713673

32

hoophangout.com

Fuente de Internet

33

pinfex.banguat.gob.gt

Fuente de Internet

34

Submitted to CSU, Long Beach

Trabajo del estudiante

35

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

36

chelesv.files.wordpress.com

Fuente de Internet

37

revistas.unj.edu.pe

Fuente de Internet

38

repositorio.eesppjsco.edu.pe

Fuente de Internet

39

www.researchgate.net

Fuente de Internet

40

doaj.org

Fuente de Internet

41

dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

42

dspace.unach.edu.ec

Fuente de Internet

43

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

44

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

45

repositorio.unprg.edu.pe:8080

Fuente de Internet

46

L.M.F. Borges, P.R. Oliveira, M.F.B. Ribeiro. "Seasonal dynamics of the free-living phase Anocentor nitens at Pedro Leopoldo, Minas Gerais, Brazil", Veterinary Parasitology, 199

Publicación

47

Submitted to Universidad Nacional de Cañete

Trabajo del estudiante



48

socioeconomia.univalle.edu.co

Fuente de Internet

Fredys Marino Trujillo Custodio
DNI 16713673

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Alexi Fiorella/ Silva Salas Rivas Cardenas/ Diana Carolina
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en fun...
Nombre del archivo: Informe_de_tesis_Rivas-Silva.pdf
Tamaño del archivo: 1.01M
Total páginas: 72
Total de palabras: 12,962
Total de caracteres: 73,783
Fecha de entrega: 08-jul-2026 12:57p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2995225593

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA



TESIS

Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025

Para optar el título profesional de:

Licenciada en Estadística

Presentado por:

Bach. Rivas Cárdenas Alexi Fiorella

Bach. Silva Salas Diana Carolina

Asesor:

M. Sc. Fredys Marino Trujillo Custodio

Lambayeque - Perú
2026


Fredys Marino Trujillo Custodio
DNI 16713673

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

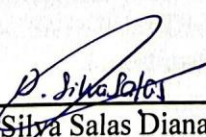
Nosotras, Rivas Cárdenas Alexi Fiorella y Silva Salas Diana Carolina, en calidad de investigadores principales, con la asesoría del M. Sc. Fredys Marino Trujillo Custodio, declaramos bajo juramento que el trabajo de investigación titulado “Modelo VAR de pronóstico de precipitaciones pluviales en función a la temperatura ambiente y humedad relativa. Región Ucayali, 2017-2025” es un trabajo original, elaborado respetando los principios de integridad académica. Asimismo, afirmamos que no contiene plagio ni información falsa.

En caso de comprobarse alguna irregularidad respecto a lo declarado, asumiremos plena responsabilidad por las consecuencias correspondientes, aceptando las sanciones administrativas que determine la universidad.

Lambayeque, 08 de julio del 2026

Investigadoras:


Bach. Rivas Cárdenas Alexi Fiorella


Bach. Silva Salas Diana Carolina

Asesor:


M. Sc. Fredys Marino Trujillo Custodio

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mis pasos y darme la fortaleza para culminar esta etapa.

A mi madre y a mi hermana, por su amor, apoyo y constante motivación. Gracias por estar siempre presentes y por inspirarme, con su ejemplo, a perseverar y a seguir adelante.

Alexi Fiorella Rivas Cárdenas

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios por guiar mis pasos, darme fortaleza para no rendirme y permitirme alcanzar esta meta. Asimismo, a mis padres y a mi hermana, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí en cada etapa de este camino. Su confianza y compañía fueron fundamentales para llegar hasta este momento.

A mi papito, Jesús Salas Ampuero, quien hoy me acompaña desde el cielo. Aunque ya no estás físicamente para compartir este momento conmigo, llevo siempre presente tu amor, tus enseñanzas y tu recuerdo. Esta meta representa el cumplimiento de la promesa que te hice y está dedicada a ti con todo mi corazón. Siempre vivirás en mí.

Diana Carolina Silva Salas

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios por brindarnos fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta importante etapa de nuestras vidas.

A nuestras familias, por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante durante todo este proceso. Su confianza en nosotros fue un pilar fundamental para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Este logro representa el resultado del esfuerzo, dedicación y perseverancia. A lo largo del camino enfrentamos diversos obstáculos y desafíos que pusieron a prueba nuestra determinación; sin embargo, cada dificultad nos permitió crecer tanto a nivel personal como académico, fortaleciendo nuestro compromiso con el objetivo de culminar nuestra formación profesional.

Asimismo, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas que conocimos durante el desarrollo de esta investigación y que, por la voluntad de Dios, fueron puestas en nuestro camino. Su apoyo, orientación, colaboración y palabras de aliento contribuyeron significativamente a que este proyecto pudiera llevarse a cabo.

Finalmente, agradecemos a nuestro asesor por el tiempo dedicado y las orientaciones proporcionadas durante el desarrollo de esta investigación.

Rivas Cárdenas Alexi Fiorella

Silva Salas Diana Carolina

ÍNDICE

RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN.....	1
I. DISEÑO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes.....	5
Internacionales.....	5
Nacionales	8
1.2. Bases teóricas.....	10
1.3. Bases conceptuales	19
II. DISEÑO METODOLÓGICO	23
2.1. Diseño de la investigación	23
2.2. Población y muestra.....	23
2.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales.....	23
2.3.1. Técnicas	23
2.3.2. Instrumentos	24
2.3.3. Equipos y materiales	24
2.4. Análisis de datos.....	24
III. RESULTADOS	25
IV. DISCUSIÓN	46
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	22
Tabla 2. Prueba de estacionariedad de Dickey Fuller para temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones por mes en la región Ucayali, 2017 - 2025.....	29
Tabla 3 Prueba de estacionariedad de Phillips Perron para temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones por mes en la región Ucayali, 2017 - 2025	30
Tabla 4. Elección del rezago óptimo para estimar el modelo VAR	30
Tabla 5. Modelo VAR(6) para estimar las precipitaciones en función a la temperatura ambiente y humedad relativa por mes en la región Ucayali, 2017 – 2025.....	31
Tabla 6. Test de Breusch-Godfrey LM para evaluar la autocorrelación serial de los residuales del modelo VAR(6)	33
Tabla 7. Test de Arch para evaluar heterocedasticidad de los residuales del modelo VAR(6).....	34
Tabla 8. Test de Jarque Bera para los residuos del modelo VAR(6).....	35
Tabla 9. Raíces inversas polinomiales del modelo VAR (6).....	37
Tabla 10. Prueba de causalidad de Granger para las precipitaciones, temperatura ambiente y humedad relativa por mes en la región Ucayali, 2017 - 2025	38
Tabla 11. Descomposición de la varianza	41
Tabla 12. Pronóstico obtenido de las precipitaciones según la temperatura y humedad relativa por mes en la región Ucayali para el año 2026 con el modelo VAR(6).....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología del modelo VAR.....	13
Figura 2. Temperatura ambiente en grados centígrados (°C) por mes de la región Ucayali, 2017 – 2025	25
Figura 3. Humedad relativa en porcentaje (%) por mes de la región Ucayali, 2017 – 2025	26
Figura 4. Precipitaciones (mm) por mes en la región Ucayali, 2017 – 2025	27
Figura 5. Correlogramas de autocorrelación simple y parcial de la temperatura, humedad relativa y precipitaciones en Aguaytía, 2017–2025.....	28
Figura 6. Estabilidad de los coeficientes del modelo VAR(6)	36
Figura 7. Función impulso respuesta de la temperatura y la humedad.....	40
Figura 8. Pronóstico obtenido de las precipitaciones según la temperatura y humedad relativa en la región Ucayali para el año 2026 con el modelo VAR(6).....	43
Figura 9. Comparación entre la serie observada por Senamhi y la serie pronosticada mediante el modelo VAR(6) para las precipitaciones en Aguaytía, enero–junio de 2026	45

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad estimar un modelo VAR para pronosticar las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali durante el período 2017–2025. La investigación fue de enfoque cuantitativo, con diseño no experimental-observacional, longitudinal y predictivo. La muestra estuvo conformada por los registros mensuales de precipitaciones pluviales, temperatura ambiente y humedad relativa reportados por el SENAMHI para la región Ucayali durante los años 2017–2025. Como resultados, se determinó que las tres series no presentan tendencia definida y mantienen una variabilidad relativamente constante en el tiempo; además, las series resultaron estacionarias y únicamente las precipitaciones evidenciaron un leve componente estacional. En la selección del modelo óptimo, los criterios AIC y FPE determinaron que el VAR(6) era el más adecuado. Asimismo, el modelo presentó estabilidad estructural, ausencia de heterocedasticidad y normalidad de residuales, debido a que la prueba de Jarque-Bera mostró un p-value de 0.419, mayor a 0.05. Sin embargo, el test de Breusch-Godfrey evidenció presencia de autocorrelación serial en algunos rezagos. Además, la prueba de causalidad de Granger mostró que la temperatura ambiente influye significativamente sobre las precipitaciones y la humedad relativa, mientras que las precipitaciones también influyen sobre la temperatura y la humedad relativa. Se concluye que el modelo VAR(6) es adecuado para pronosticar las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali.

Palabras claves: Modelos VAR, temperatura ambiente, humedad relativa, precipitaciones pluviales.

ABSTRACT

This research aimed to estimate a VAR model to forecast rainfall based on ambient temperature and relative humidity in the Ucayali region during the period 2017–2025. The research employed a quantitative approach, with a non-experimental, observational, longitudinal, and predictive design. The sample consisted of monthly records of rainfall, ambient temperature, and relative humidity reported by SENAMHI for the Ucayali region during the years 2017–2025. The results showed that the three series did not exhibit a defined trend and maintained relatively constant variability over time; furthermore, the series were stationary, with only rainfall showing a slight seasonal component. In selecting the optimal model, the AIC and FPE criteria determined that VAR(6) was the most suitable. Furthermore, the model exhibited structural stability, absence of heteroscedasticity, and normality of residuals, as the Jarque-Bera test showed a p-value of 0.419, greater than 0.05. However, the Breusch-Godfrey test revealed serial autocorrelation in some lags. Additionally, the Granger causality test showed that ambient temperature significantly influences precipitation and relative humidity, while precipitation also influences temperature and relative humidity. It is concluded that the VAR(6) model is suitable for forecasting rainfall based on ambient temperature and relative humidity in the Ucayali region.

Keywords: VAR models, ambient temperature, relative humidity, rainfall.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático, durante los últimos años ha sido considerado como prioridad de estudio debido a las proyecciones realizadas para el planeta previsible por la comunidad científica. El incremento de la temperatura ocasiona grandes efectos en los ecosistemas, por otro lado, en latitudes subtropicales se prevé un descenso en las precipitaciones pluviales (Caira et al., 2021).

Hoy por hoy se observa que varias ciudades del Perú, generalmente ubicadas en la sierra y selva, son azotadas por fuertes precipitaciones. Esto se debe a la diversidad de ecosistemas, aunque también son susceptibles a las variaciones del clima, ello se debe al desgaste de la capa glaciaria y en los cambios antinaturales de la temperatura terrestre y marítima (Caira et al., 2021).

De acuerdo a lo mencionado por Morales et al. (2021), la precipitación pluvial juega un importante papel en el ciclo hidrológico porque representa la cantidad de agua que cae a la superficie de la tierra y proporciona agua dulce para que prospere la vida. La precipitación juega un papel importante tanto para la cobertura como para factores tan diversos como los sectores industrial y económico. Son útiles para evaluar el comportamiento del clima y predecir impactos futuros en el agua disponible, solo en las comunidades locales. Además, las precipitaciones fuertes ocasionan que los ríos aumenten su caudal ocasionando inundaciones, huaicos y deslizamientos, los cuales se llevan todo a su paso, incluyendo cultivos, viviendas, infraestructura educativa, de salud, carreteras y otros, perjudicando la salud, trabajo y economía de las comunidades afectadas, inclusive, ponen en riesgo la vida de las personas. Por lo que hay que estar preparados para enfrentar sus consecuencias, y responder preventivamente.

Asimismo, la variación del clima provoca cambios en el entorno, los cuales se ven reflejados en los animales y su conducta; el mar no es ajeno, debido a sus inesperados cambios de nivel; los estudios que se han ejecutado advierten de los cambios que vienen provocando la temperatura y las precipitaciones (Gallo, 2021).

Las temperaturas, tanto máximas como mínimas, son indispensables para calcular la evaporación de referencia, las necesidades de riego en los distritos irrigados; además se utilizan para detectar cambios que afectan a la evaporación de la planta, asimismo poseen un gran impacto en todos los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo de las plantas (fotosíntesis o respiración) y son de gran importancia por su efecto nocivo sobre los cultivos (Cervantes et al., 2019).

Los modelos VAR tienen como propósito pronosticar los valores de una variable que se comporta al azar en el tiempo en función de otras variables aleatorias que podrían explicarla. La falta de un modelo de pronóstico de las precipitaciones pluviales en función de la temperatura y la humedad relativa en la Región Ucayali dificulta la debida planificación por parte de las autoridades de los sectores involucrados, en el diseño de medidas preventivas que contrarresten sus efectos negativos, en beneficio de la población y de sus actividades productivas.

El modelo VAR es muy beneficioso cuando hay pruebas de simultaneidad entre un conjunto de variables, y que sus vínculos se propagan a través de un número específico de períodos. Al no establecer ninguna limitación en la versión estructural del modelo, no se cometen los errores de especificación que tales limitaciones podrían provocar en el ejercicio empírico. En realidad, la principal razón que impulsa los modelos VAR radica en el desafío de reconocer variables como exógenas, tal como se requiere para identificar un modelo de ecuaciones simultáneas (Novales, 2017).

Es importante conocer con anticipación la densidad de las precipitaciones pluviales a través de pronósticos en función de variables como la temperatura ambiente y la humedad relativa, más aún en épocas de sequías, ya que el agua que genera sirve para sostener el consumo humano, la producción agrícola, entre otras dimensiones para la existencia humana.

Por lo mencionado anteriormente se planteó el siguiente problema: ¿Cuál es el Modelo VAR para pronosticar las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali, período 2017 – 2025?

Como finalidad principal se planteó estimar el Modelo VAR para pronosticar las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali, período 2017 – 2025. Asimismo, como objetivos específicos se plantearon: Identificar la tendencia de las series de tiempo precipitaciones pluviales, temperatura ambiente y humedad relativa en la región Ucayali, período 2017 – 2025, analizar la estacionariedad de las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y humedad relativa, construir un modelo de pronóstico adecuado de las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y humedad relativa, evaluar la bondad de ajuste del pronóstico del Modelo VAR de las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y humedad relativa.

El presente informe se divide en 6 capítulos, los mismos que son: CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO, en el cual se enfatizan los estudios similares al tema de investigación y teorías asociadas al tema propuesto. En el CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO, en esta sección se especifica el tipo, diseño y enfoque de la investigación, así como también la población y muestra utilizada. El CAPÍTULO III. RESULTADOS, en este capítulo se muestran los resultados obtenidos al aplicar las

técnicas estadísticas correspondientes. En el CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en este capítulo se realiza la comparación de los resultados obtenidos con estudios similares al desarrollado. En el CAPÍTULO V. CONCLUSIONES, en este capítulo se muestran las conclusiones a las que se llegó después de desarrollar el estudio en base a los objetivos planteados y en el CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Internacionales

Nunes (2025) desarrolló la investigación *"Modelagem e previsão de variáveis climáticas usando modelos SARIMA, VAR e LSTM"* en la Universidad Federal de Uberlândia (Brasil), con el objetivo de comparar el desempeño de los modelos SARIMA, VAR y LSTM en el pronóstico de variables climáticas como precipitación, temperatura y humedad utilizando registros meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología (INMET) correspondientes al periodo 2014-2024. La investigación fue de enfoque cuantitativo, longitudinal y basada en series de tiempo. Los resultados evidenciaron que el modelo SARIMA obtuvo el mejor desempeño para las variables precipitación, temperatura y humedad; sin embargo, el modelo VAR permitió representar la interacción dinámica entre las variables meteorológicas, constituyéndose como una alternativa válida para el análisis multivariado. Se concluyó que la selección del modelo depende del comportamiento de las series y que la comparación entre modelos fortalece la precisión de los pronósticos climáticos.

Khan et al. (2025) desarrollaron un modelo híbrido basado en la combinación del VAR tradicional con la penalización SCAD, con el propósito de mejorar la precisión del pronóstico macroeconómico en contextos de alta dimensionalidad de datos. Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y longitudinal de series de tiempo, utilizando datos trimestrales del período 1959-2023 obtenidos de la base FRED. Los resultados demostraron que el modelo VAR-SCAD superó consistentemente a los modelos de comparación en los tres horizontes de pronóstico evaluados (1, 3 y 6 trimestres), mostrando valores significativamente menores de RMSE y MAE,

particularmente en la predicción del PIB; asimismo, se evidencia que la integración de penalizaciones no convexas como SCAD permite una mejor selección de variables y reduce el sesgo inherente a modelos como LASSO, lo cual mejora la estabilidad y precisión de los pronósticos. Concluyendo que el modelo híbrido VAR-SCAD representa un avance metodológico relevante para el pronóstico macroeconómico, especialmente en escenarios donde existen múltiples predictores altamente correlacionados.

Yan (2024) analizó la relación dinámica entre el Producto Bruto Interno (GDP), el Índice de Precios al Consumidor (CPI) y la oferta monetaria amplia (M2) en la economía estadounidense. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y longitudinal de series de tiempo, empleando datos trimestrales comprendidos entre 1959 y 2024. Los resultados mostraron que los shocks positivos en el GDP generan un efecto negativo y temporal sobre M2, mientras que su influencia sobre el CPI es gradual pero moderada; asimismo, los shocks en el CPI evidenciaron un impacto limitado sobre el GDP, lo cual coincide con teorías como el efecto Fisher y la rigidez de precios; por otro lado, los shocks en M2 demostraron un efecto positivo y acumulativo tanto sobre el GDP como sobre el CPI, respaldando postulados monetaristas y keynesianos sobre la relación entre oferta monetaria, nivel de precios y actividad económica. Concluyendo que las políticas monetarias expansionarias impulsan la actividad económica en el corto plazo, pero pueden generar presiones inflacionarias sostenidas en el largo plazo, por lo que se recomienda una adecuada coordinación entre política monetaria y fiscal.

Amaral et al (2022) analizaron el efecto de la política monetaria estadounidense sobre el crecimiento económico, medido a través del Producto Interno Bruto (GDP). Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y longitudinal de series de tiempo, para lo cual utilizaron datos trimestrales desde 1959 hasta 2022.

Evidenciando que un aumento en la oferta monetaria genera un impulso positivo e inmediato en el GDP, aunque este efecto se disipa en pocos trimestres; asimismo, se encontró que la expansión monetaria tiene efectos inflacionarios persistentes, afectando el CPI durante un horizonte prolongado; la tasa de interés mostró una relación inversa significativa con la inflación en varios rezagos, reforzando su papel como herramienta para contener presiones inflacionarias; el análisis de causalidad reveló que el GDP y M2 presentan relaciones bidireccionales de Granger con la mayoría de variables, mientras que el desempleo mantiene una relación inversa significativa con el crecimiento económico. Concluyendo que la política monetaria expansiva produce un crecimiento económico temporal, pero genera riesgos inflacionarios sostenidos si no se complementa con disciplina fiscal.

Kim y Seo (2021) investigaron la dinámica de transmisión de precios entre submercados de vivienda dentro del área metropolitana de Seúl. Para ello emplearon un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y longitudinal, utilizando series mensuales desde 2003 hasta 2020. Los resultados mostraron que los precios de la vivienda presentan un efecto spillover más intenso dentro de regiones con mercados similares, evidenciando una transmisión bidireccional en el caso del jeonse y un patrón unidireccional jerárquico en los precios de venta, iniciándose desde las ciudades de mayor valor; asimismo, hallaron que shocks de precios en zonas centrales como Mapo y Gangnam generan efectos persistentes en zonas periféricas, mientras que la influencia inversa es mínima. Las ciudades con precios más altos explicaron la mayor parte de la variación de precios en ciudades vecinas, demostrando la presencia de una estructura de liderazgo inmobiliario. Concluyendo que los spillovers espaciales deben ser considerados al diseñar políticas de estabilización de precios, pues intervenciones focalizadas pueden generar presiones inflacionarias en áreas colindantes.

Nacionales

Melgar (2025) desarrolló una investigación cuyo objetivo fue analizar la variabilidad de parámetros meteorológicos mediante modelos ARIMA para el pronóstico climático en una estación solar de Ica. El estudio fue cuantitativo, longitudinal y observacional, utilizando más de cinco millones de registros meteorológicos correspondientes a temperatura máxima y mínima, humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar y variables de viento. Los resultados mostraron que el modelo ARIMA permitió obtener pronósticos confiables cuando las series conservaban su estructura temporal, encontrándose además una relación importante entre la temperatura y la humedad relativa. Se concluyó que los modelos de series de tiempo constituyen herramientas eficientes para el pronóstico meteorológico cuando se dispone de registros de calidad.

Torres y Navarro (2024) analizaron la influencia que ejercen variables externas (como los términos de intercambio, el PIB de Estados Unidos, el riesgo país y la inversión extranjera directa) sobre el crecimiento económico peruano; para lo cual desarrollaron una investigación de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo-explicativo y tipo aplicado, empleando un diseño no experimental con series de tiempo trimestrales. Los resultados demostraron que la inversión extranjera directa, los términos de intercambio y el PIB de Estados Unidos presentan efectos positivos y estadísticamente significativos sobre el crecimiento del PBI peruano, mientras que el riesgo país evidencia una influencia negativa y significativa; el modelo general estimado alcanzó un coeficiente de determinación elevado ($R^2 = 0.94$), indicando que los factores externos explican gran parte del comportamiento del crecimiento económico nacional. Concluyendo que la economía peruana mantiene un alto grado de sensibilidad frente a condiciones financieras

y comerciales internacionales, lo cual implica la necesidad de políticas macroeconómicas que reduzcan la vulnerabilidad ante dichos choques externos.

Mendivil y Tapia (2024) analizaron el efecto de los principales instrumentos de política monetaria (tasa de interés de referencia, tipo de cambio, oferta monetaria y encaje legal) sobre el comportamiento del PBI peruano. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un nivel explicativo y un diseño no experimental de corte longitudinal, empleando datos secundarios anuales del BCRP correspondientes al periodo 2000-2022. Los resultados evidenciaron una fuerte capacidad explicativa del modelo ($R^2 = 97.34\%$); se encontró que un incremento del tipo de cambio provoca una disminución significativa del PBI, mientras que un aumento en la tasa de interés de referencia genera un impacto positivo en la actividad económica: asimismo, la oferta monetaria mostró efectos favorables y el modelo VAR permitió identificar que el canal de la tasa de interés influye sobre el PBI a lo largo de diversos periodos, confirmando la relevancia de los instrumentos monetarios en la estabilidad macroeconómica. Concluyendo que la política monetaria del BCRP ha influido de manera significativa en el crecimiento económico peruano durante el periodo estudiado, actuando como un mecanismo estabilizador frente a choques internos y externos.

Condori (2023) realizó una investigación orientada al análisis de sequías meteorológicas mediante modelos ARIMA en estaciones climatológicas del altiplano puneño. El estudio fue cuantitativo y longitudinal, utilizando registros históricos de precipitación para identificar eventos de sequía y estimar modelos autorregresivos. Los resultados permitieron identificar modelos ARIMA estadísticamente significativos para el pronóstico de precipitación y caracterización de eventos extremos. Se concluyó que los modelos de series de tiempo representan una herramienta adecuada para el análisis y pronóstico de fenómenos meteorológicos relacionados con la precipitación.

Orihuela et al. (2023) tuvieron como objetivo analizar la relación entre las exportaciones de oro y cobre y la balanza de pagos en el Perú durante el periodo 2012-2022, utilizando series trimestrales obtenidas del BCRP y del INEI. La investigación fue de tipo correlacional y empleó el método hipotético-deductivo; los resultados evidenciaron que las variables se encuentran cointegradas, es decir, mantienen una relación de equilibrio en el largo plazo, además de presentar causalidad bidireccional; finalmente, se concluye que las exportaciones de materias primas influyen positivamente en la balanza de pagos, aunque se reconoce que esta última también depende de otros componentes macroeconómicos.

1.2. Bases teóricas

Series de tiempo

Es la secuencia de observaciones registradas a lo largo del tiempo. Para el análisis de estos datos se requiere desarrollar modelos estocásticos y dinámicos para ser aplicados en importantes áreas (Box et al., 2016).

Serie de tiempo Multidimensional

Considerada por Box et al. (2016), como una realización o una parte finita de una realización de un proceso estocástico. Una serie de tiempo múltiple consiste, por ejemplo, de vectores de la forma $(y_1(\omega), \dots, y_k(\omega))$.

Procesos estacionarios y de tendencias

Kilian y Lütkepohl (2017) llaman a un proceso estocástico estacionario si tiene un primer y segundo momento invariante en el tiempo. De manera similar, una variable económica se denomina estacionaria en covarianza si el DGP subyacente es estacionario

en covarianza. Más formalmente, el proceso escalar y_t , $t \in N$ o $t \in Z$, es estacionario en covarianza si:

$$E(y_t) = \mu \text{ y } Cov(y_t, y_{t+h}) = \gamma_h, \forall t, h.$$

Hay que tener en cuenta que μ y γ_h son constantes que no dependen de t . Esta propiedad también se conoce como estacionariedad de segundo orden. Si la distribución conjunta de $y_t, \dots, y_{t+h}$ es invariante en el tiempo, el proceso y_t es estrictamente estacionario.

Modelos de vector autorregresivo y de corrección de error

Pesaran (2015) manifiesta que el sistema multivariado más simple es el modelo vectorial autorregresivo de orden 1, también conocido como VAR(1). Se dice que el vector $m \times 1$ de variables aleatorias, y_t , sigue un proceso VAR(1) con la matriz $m \times m$ de coeficientes Φ , si:

$$y_t = \Phi y_{t-1} + u_t, t = 1, 2, \dots,$$

donde u_t es un vector de $m \times 1$ perturbaciones que satisface los siguientes supuestos:

- Supuesto B1: $E(u_t) = 0$, para todo t .
- Supuesto B2: $E(u_t u_t') = \Sigma$, donde Σ es una matriz definida positiva de $m \times m$.
- Supuesto B3: $E(u_t u_{t'}') = 0$, para todo $t \neq t'$.

Una generalización directa del modelo VAR(1) viene dada por la especificación VAR (p) definida como

$$y_t = \Phi_1 y_{t-1} + \Phi_2 y_{t-2} + \dots + \Phi_p y_{t-p} + u_t$$

donde Φ_i son matrices $m \times m$. El modelo anterior se puede ampliar para incluir componentes deterministas como intersecciones, tendencias lineales o variables ficticias estacionales, así como variables $I(1)$ débilmente exógenas.

El modelo VAR

Según lo mencionado por Stock y Watson (2020), un vector de autorregresión (VAR) con dos variables de series de tiempo, Y_t y X_t , que está compuesto por dos ecuaciones: en una, la variable dependiente es Y_t ; Por otro lado, la variable independiente es X_t . Más común, un modelo VAR con k variables de series de tiempo está conformado de k ecuaciones, una para cada una de las variables, donde los regresores en todas las ecuaciones son valores rezagados de todas las variables.

Modelo VAR (1)

Según Hansen (2020), el proceso autorregresivo vectorial de primer orden, denotado VAR(1), es:

$$y_t = a_0 + A_1 y_{t-1} + e_t$$

donde e_t es un proceso de ruido blanco estrictamente estacionario y ergódico.

El VAR(1) generaliza el modelo AR(1) a sistemas multivariantes. La dinámica de un VAR(1) puede ser considerablemente más complicada que la de un AR(1).

Modelo VAR (p)

Hansen (2020) afirma que el proceso autorregresivo vectorial de p -ésimo orden, denotado VAR(p), es:

$$y_t = a_0 + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + e_t$$

donde e_t es un proceso de ruido blanco estrictamente estacionario y ergódico.

Se puede utilizar la notación del operador de retraso como

$$A(L) = y_t = a_0 + e_t$$

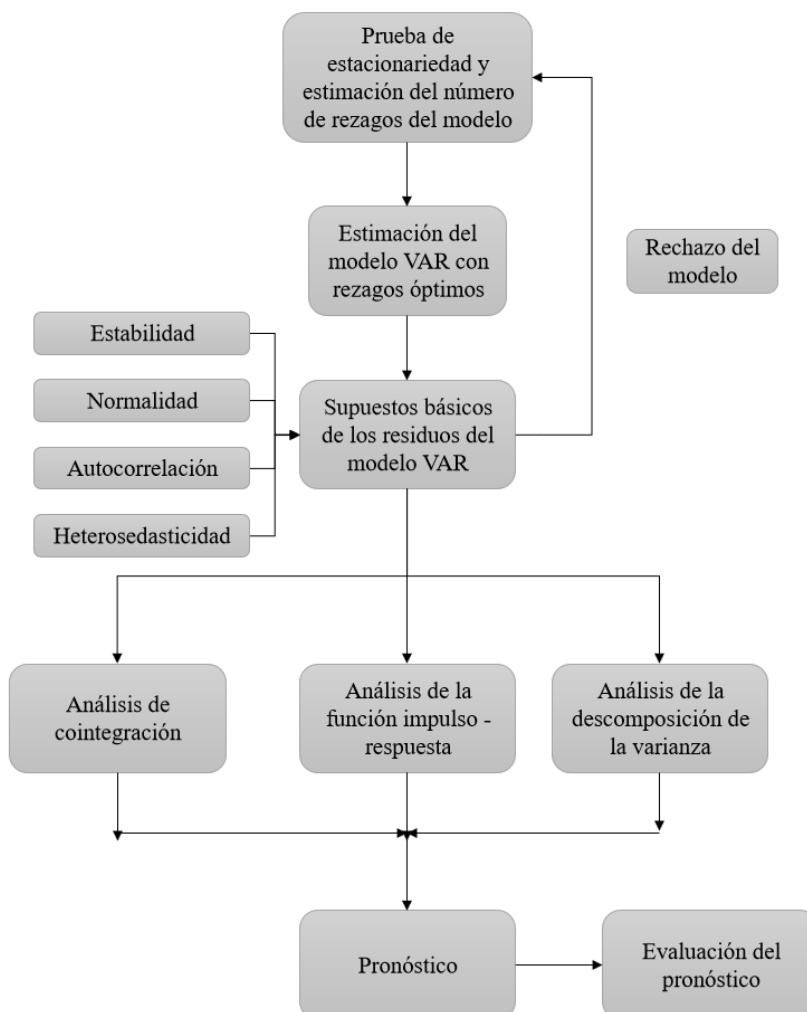
Donde:

$$A(z) = I_m - A_1 z - \dots - A_p z^p$$

La condición de estacionariedad del sistema se puede expresar como una restricción sobre las raíces de la ecuación determinante.

Metodología para estimar un modelo VAR

Figura 1 Metodología del modelo VAR



Para estimar un modelo Var, se debe evaluar si las series son estacionarias, cuando un el modelo Var tiene series estacionarias se procede a identificar los rezagos óptimos que contemplara el modelo estimado, posterior a ello se procede a realizar el análisis de estabilidad del modelo, la normalidad, autocorrelación y heterocedasticidad del mismo, si en caso no se cumple alguno de estos supuestos se rechaza el modelo estimado y se realiza nuevamente el procedimiento antes detallado, si se cumplen los supuestos, se procede a realizar el análisis de cointegración, de función impulso respuesta y descomposición de varianza, si se cumplen estos últimos supuestos, se procede a realizar el pronóstico correspondiente.

Evaluación de estacionariedad

Procesos Estacionarios

Según Das (2019) un proceso es estacionario si la distribución de probabilidad de la variable permanece igual en cada punto del tiempo.

Procesos no Estacionarios

Un proceso no es estacionario si la función de densidad de $\{y_t\}$ es una variable en el tiempo. Una serie no estacionaria exhibe una tendencia. Esto se debe a que una variable de tendencia cambia con el tiempo, por lo que la media de su distribución no es la misma en todos los períodos de tiempo (Das, 2019).

Procesos estacionarios y de tendencias

Kilian y Lütkepohl (2017) llaman a un proceso estocástico estacionario si tiene un primer y segundo momento invariante en el tiempo. De manera similar, una variable económica se denomina estacionaria en covarianza si el DGP subyacente es estacionario

en covarianza. Más formalmente, el proceso escalar y_t , $t \in N$ o $t \in Z$, es estacionario en covarianza si

$$E(y_t) = \mu \text{ y } Cov(y_t, y_{t+h}) = \gamma_h, \forall t, h.$$

Tenga en cuenta que μ y γ_h son constantes que no dependen de t . También conocida como estacionariedad de segundo orden. Si la distribución conjunta de $y_t, \dots, y_{t+h}$ es invariante en el tiempo, el proceso y_t es estrictamente estacionario.

Raíces unitarias

De acuerdo a lo que manifiesta Pesaran (2015) es un proceso de raíz unitaria es una generalización del modelo de paseo aleatorio, donde las innovaciones, μ_t , en el modelo de paseo aleatorio:

$$y_t = y_{t-1} + \mu_t,$$

se les permite seguir un proceso estacionario lineal general

$$\mu_t = \sum_{i=0}^{\infty} a_i \varepsilon_{t-i},$$

donde $\{\varepsilon_t\}$ es la media cero, proceso serialmente no correlacionado. Por lo tanto, $\{y_t\}$ es un proceso integrado de orden 1, I (1). De manera similar, $\{\mu_t\}$ también se conoce como un proceso I (0).

Prueba de Dickey-Fuller

Es una de las pruebas más sencillas y más utilizadas para testear la presencia de una raíz unitaria. Partiendo de un proceso autorregresivo de orden AR(1). Por lo que una

serie tiene como máximo una raíz unitaria, es por ello que desarrollaron un procedimiento para probar si la variable presenta raíz unitaria (González, 2019).

Según Levendis (2018) la prueba plantea la hipótesis nula es que existe una raíz unitaria. Bajo la hipótesis de la raíz unitaria, los estadísticos de prueba no se distribuyen como variables normales ni como t , sino que tienen una distribución muestral propia.

Prueba de Aumentada de Dickey-Fuller (ADF)

Tal como manifiesta Das (2019), la prueba ADF también contrasta la hipótesis nula de que una serie de tiempo y_t es $I(1)$ contra la alternativa de que es $I(0)$. Si una serie de tiempo sigue un proceso autorregresivo de orden superior se necesita incorporar algunos términos aumentados para convertirla en $AR(1)$.

Prueba de Phillips-Perron

La prueba de Phillips-Perron (PP) difiere de las pruebas ADF esencialmente en términos de los supuestos sobre la correlación serial y la heterocedasticidad en los errores. En la prueba ADF, la correlación serial se corrige paramétricamente incorporando términos aumentados en el modelo. En la prueba de PP, en cambio, la correlación serial y la heterocedasticidad en los errores ε_t se corrigen de forma no paramétrica modificando los estadísticos de la prueba de Dickey-Fuller. La prueba de PP implica la estimación y los resultados estimados se utilizan para calcular las estadísticas de prueba (Das, 2019).

El estadístico de prueba de Phillips-Perron es el estadístico de Dickey-Fuller modificado que se ha vuelto sólido para la correlación serial mediante el uso de un estimador de matriz de covarianza consistente de heteroscedasticidad y autocorrelación. La prueba PP corrige por correlación serial y heteroscedasticidad en los errores ε_t de la regresión modificando el estadístico de prueba ADF (Das, 2019).

Estimación del Número de Rezagos del Modelo

Un desafío clave en el análisis del modelo VAR es encontrar la cantidad de retrasos que brinde los mejores resultados. Las comparaciones de modelos generalmente se basan en criterios de información como Akaike (AIC), Bayesian (BIC) y Hannan-Quinn (HQ) para reducir el costo de los criterios de información. AIC es a menudo superior a otros criterios en muestras pequeñas debido a sus propiedades predictivas. Aunque BIC y HQ funcionan bien en muestras grandes y tienen la ventaja de ser estimadores consistentes (Watson y Stock, 2019).

Prueba de Estabilidad

En principio, una de las ventajas de los VAR con respecto a los modelos de ecuaciones simultáneas es que no requieren técnicas especiales de estimación. En efecto, como todas las variables explicativas son retardos del vector w y se asume que los errores son homocedásticos y no autocorrelacionados, la estimación de cada una de las ecuaciones del VAR puede llevarse a cabo por MCO. Los estimadores así obtenidos son consistentes y tienen una distribución asintótica normal, de manera que la inferencia estadística puede llevarse a cabo con los estadísticos t y F (Matilla et al., 2017).

Supuestos Básicos

Prueba de Normalidad: prueba de Jarque- Bera (JB)

El test de normalidad JB es una prueba estadística que se puede usar para ver si una determinada serie de tiempo se distribuye en base a una distribución normal. Se basa en el estudio de la asimetría y la curtosis de las distribuciones (Flores y Flores, 2021). Utiliza el siguiente estadístico de prueba:

$$JB = n \left[\frac{s^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24} \right]$$

Prueba de Heterocedasticidad: Test de White

Esta prueba fue dada por White en 1980 con la finalidad de identificar los casos de heteroscedasticidad en los residuos por un modelo VAR, es decir que la varianza de estos no es constante en las observaciones realizadas (Vela y Guerrero, 2020).

Prueba de Autocorrelación.

Esta prueba fue propuesta por Breusch y Pagan en 1979 y consiste en determinar si existe correlación entre los residuos de un modelo VAR de orden p (Matilla et al., 2017).

Pruebas basadas en residuos de Engle y Granger

Dos o más variables están cointegradas si están integradas y si una combinación lineal de ellas está integrada de orden inferior. En el caso de las variables I(1), como la mayoría de las variables económicas, esto significa que las variables X e Y son ambas I(1), pero una combinación lineal de ellas, como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

no está integrado. Esto implica que para probar si X e Y están cointegrados, se puede seguir un procedimiento de dos pasos, atribuido a Engle y Granger:

1. Compruebe si X e Y son ambos I(1) utilizando, por ejemplo, una prueba de Dickey-Fuller o de Dickey-Fuller aumentada.
2. Haga una regresión de Y sobre X y estime los residuos. Los residuos son una combinación lineal de Y y X. Por lo tanto, el segundo paso es probar si los residuos estimados son I(0) (Levendis, 2018).

Las Funciones Impulso-Respuesta y Descomposición de Varianza

Las Funciones Impulso-Respuesta.

Esta función es simplemente una imagen de promedio móvil asociada con el modelo aproximado y describe la respuesta del sistema a los choques de los componentes del vector de perturbación. Además, rastrea la respuesta de las variables endógenas en el sistema a un choque de error (Stock y Watson, 2020).

Descomposición de Varianza.

Stock y Watson (2020) enfatizan que: “se calcula cuando se tienen grupos dentro de la población o la muestra estudiada y se busca determinar si la variabilidad de la variable estudiada se debe más a las diferencias entre los grupos o dentro de los grupos”.

1.3. Bases conceptuales

Lluvia: es uno de los sucesos atmosféricos más habituales, habituales e indispensables que ocurren en nuestro planeta. Sin embargo, debemos considerarla como el segmento más perceptible de un circuito mucho más amplio: el ciclo hidrológico, donde el agua de nuestro planeta altera su estado físico y se desplaza por diferentes entornos (Magaña, et al. 2013).

Tormentas eléctricas: Son sucesos atmosféricos que se distinguen por la aparición de relámpagos, truenos y, a veces, lluvias fuertes, granizo o vientos potentes. Se produce una causa de la inestabilidad atmosférica cuando el aire cálido y húmedo se eleva rápidamente y se enfría, generando nubes de tipo cumulonimbo (López Trujillo, 2011).

Agua: Se trata de un compuesto químico inorgánico, transparente, sin color, sin olor y sin sabor, que posee la fórmula química H_2O . Se componen de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, vinculados a través de enlaces covalentes (Valdivia-Medina et al., 2010).

Precipitación: Las precipitaciones son la caída de agua u otros productos atmosféricos, como nieve, granizo o aguanieve, desde la atmosfera hacia la superficie terrestre. Estas caídas pueden ocurrir en forma líquida o sólida y son un componente fundamental del ciclo del agua en la Tierra (Alfaro, 2007).

Pluvial: Se utiliza para describir algo que está relacionado con la lluvia, como la pluvialidad (la cantidad de lluvia que cae en un lugar) o la pluviosidad (la capacidad de la atmosfera para producir lluvia) (Pérez, 2013).

Escorrentía: Es el flujo de agua que se produce cuando la lluvia o la nieve se derrite y fluye sobre la superficie del terreno, sin infiltrarse en el suelo. Este flujo de agua puede ser superficial o subsuperficial, y puede ocurrir en diferentes tipos de terrenos, como suelos, rocas, pavimentos u otros (Cerdá y Lavee, 1995).

Inundación: Es un evento natural o artificial que ocurre cuando un área de tierra se cubre de agua, generalmente debido a la lluvia excesiva, el desbordamiento de ríos o lagos, o la marea alta. Las inundaciones pueden ser causadas por una variedad de factores (Sedano-Cruz et al., 2013).

Nube: Es una masa de agua o hielo suspendida en la atmosfera terrestre. Las nubes se forman cuando el vapor de agua en el aire se condensa en gotas de agua o cristales de hielo. Esto puede ocurrir debido a cambios en la temperatura y la humedad del aire (Chalon y Gillet, 1998).

Chubasco: Es un tipo de tormenta que se caracteriza por una lluvia intensa y breve, a menudo acompañada de viento fuerte, truenos y relámpagos. Los chubascos suelen ocurrir en áreas tropicales y subtropicales, especialmente durante la temporada de lluvias (Chalon y Gillet, 1998).

Tabla 1*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTO
Precipitaciones Pluviales	También llamada lluvia, son las gotas de agua que caen desde la atmósfera hasta la superficie terrestre. Se caracteriza por aportar una cantidad determinada de agua durante un tiempo definido (Rodríguez et al., 2018).	Mililitro por día (mm/día)		
Temperatura ambiente	Es una magnitud a través de la cual se expresa la cantidad de calor o energía térmica que hay en un ambiente, en un objeto o en el cuerpo humano (Barcia et al., 2020).	Grados centígrados (°C)	Razón	Ficha de registro de datos del SENA HMI
Humedad	Este es el porcentaje de saturación de aire a cierta temperatura. Varía entre 0 (aire completamente seco) y 100% (aire saturado) (Barcia et al., 2020).	Porcentaje (%)		

Nota. Elaboración propia

II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de la investigación

Esta investigación fue de diseño no experimental debido a que se trató de un estudio realizado sin una manipulación intencional de las variables. Es decir, el investigador observa o mide fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas (Hernández y Mendoza, 2018). También fue observacional puesto que se realizó una consulta documentaria (Arias, 2020); y fue de tipo longitudinal ya que se recopilaban los datos en varios momentos en el tiempo (Hernández y Mendoza, 2018); además fue retrospectiva, predictiva y con enfoque cuantitativo multivariante.

2.2. Población y muestra

La población estuvo conformada por todos los registros mensuales, calculados a partir de los registros diarios de precipitaciones, humedad relativa y temperatura ambiente, correspondientes a la región Ucayali disponibles en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

La muestra estuvo conformada por los registros mensuales, calculados a partir de los registros diarios de precipitaciones, humedad relativa y temperatura ambiente, de la región Ucayali desde el mes de enero del 2017 hasta diciembre del 2025.

2.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

2.3.1. Técnicas

Para esta investigación, la técnica de recolección de datos fue la del fichaje electrónico de los registros mensuales calculados a partir de los registros diarios de las

precipitaciones, humedad relativa y temperatura, disponibles en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

2.3.2. Instrumentos

El instrumento que se empleó fue la ficha electrónica en una hoja Excel de los registros de las precipitaciones, humedad relativa y temperatura diaria de la región Ucayali.

2.3.3. Equipos y materiales

Los equipos y materiales utilizados en esta investigación fueron: computadora, laptop, USB y el internet.

2.4. Análisis de datos

Para el análisis de los datos se realizó la estacionariedad a través de la prueba de Dickey – Fuller, posterior a ello se estimaron los rezagos del modelo mediante el cual se estimó el modelo VAR (rezagos óptimos), luego se realizó el análisis de cointegración. Una vez cumplidas las condiciones de validez del modelo VAR, se realizó el análisis de la función impulso-respuesta y la descomposición de varianza, después de eso se probaron los supuestos básicos de los residuos (estabilidad, normalidad, autocorrelación y heterocedasticidad). Por otro lado, los datos de las 3 variables correspondientes a los meses de enero a diciembre del 2026, fueron utilizados para validar el pronóstico. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el entorno de lenguaje de programación R, en su entorno de desarrollo integrado RStudio.

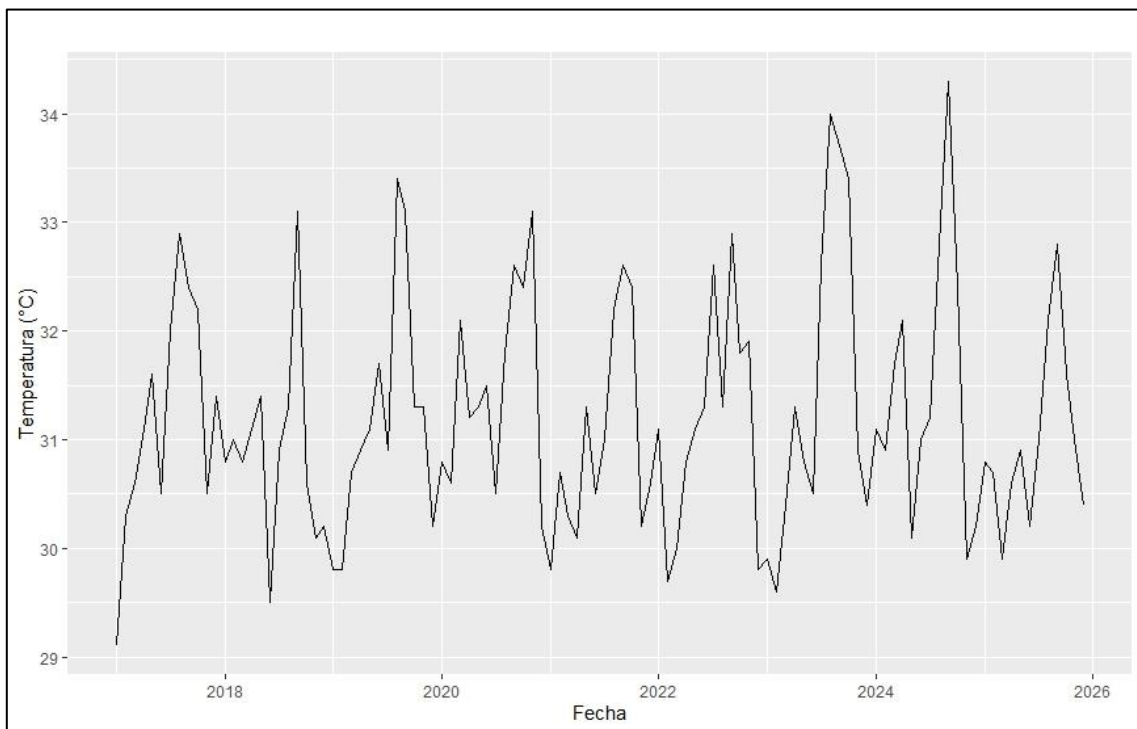
III. RESULTADOS

A continuación, se presentan las series correspondientes a temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones.

3.1. Prueba de estacionariedad y estimación del número de rezagos del modelo.

Figura 2

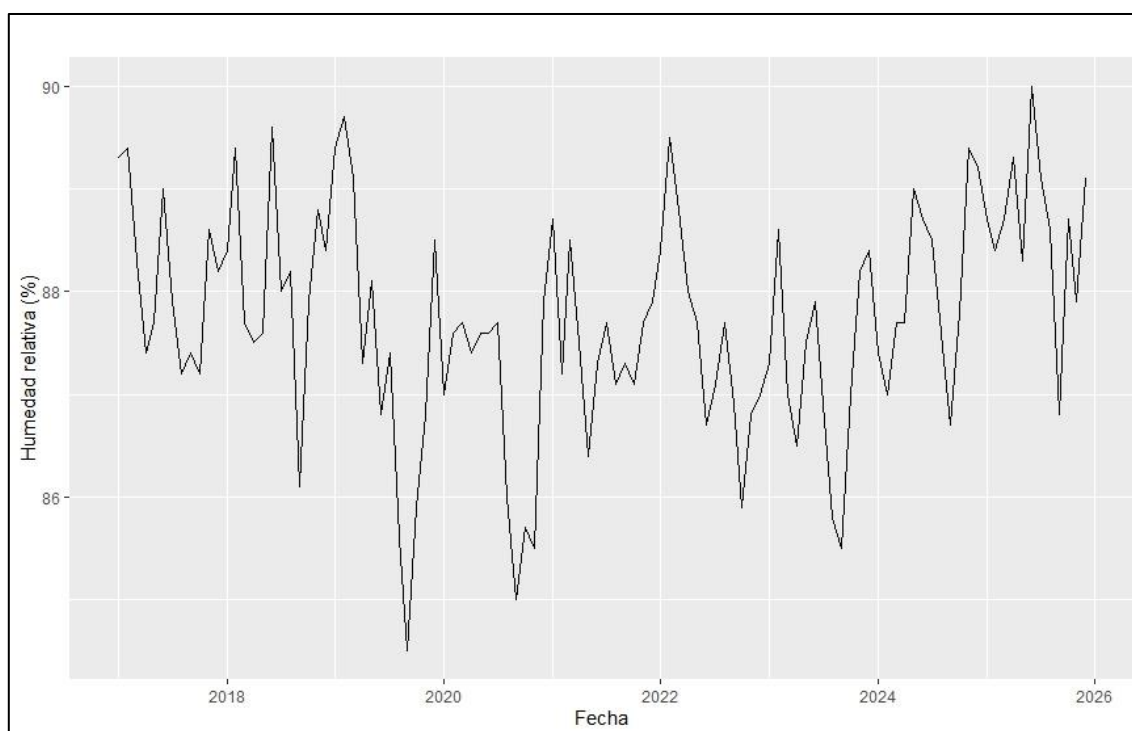
Temperatura ambiente en grados centígrados (°C) por mes de la región Ucayali, 2017 – 2025



Del análisis Figura 2, se puede observar que la serie correspondiente a la temperatura no presenta tendencia, se visualiza variabilidad constante, por lo que se postula que la serie es estacionaria, y no presenta componente estacional.

Figura 3

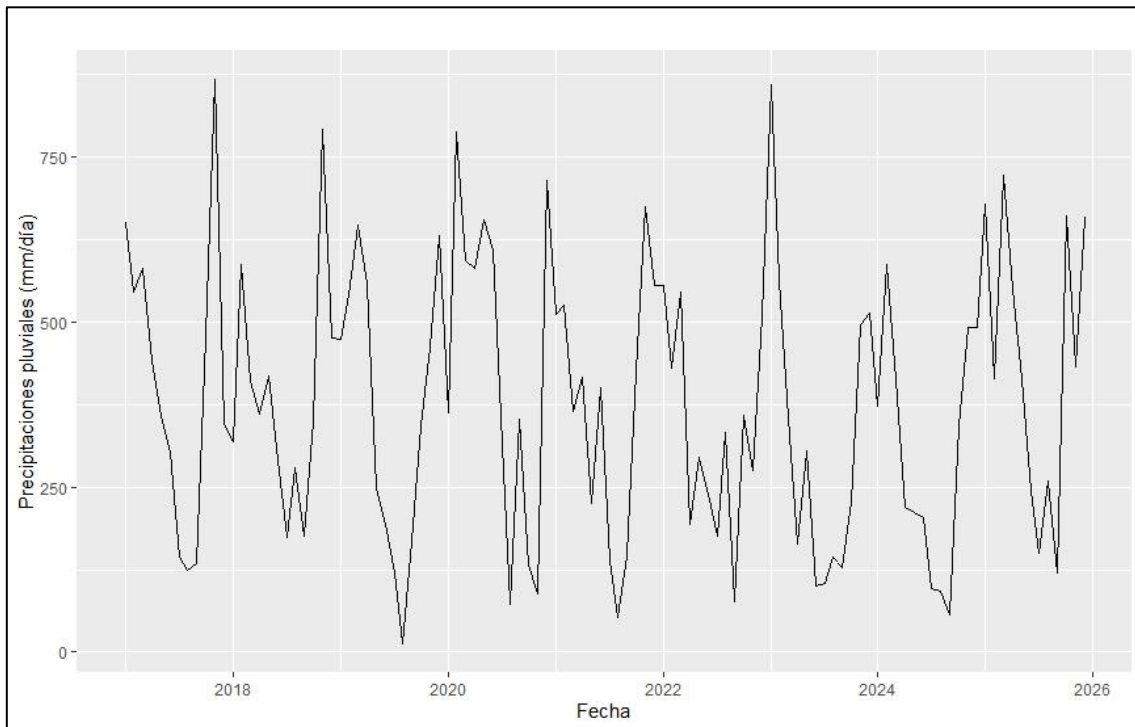
Humedad relativa en porcentaje (%) por mes de la región Ucayali, 2017 – 2025



A través de la Figura 3 se puede observar que la serie correspondiente a la humedad relativa de la región Ucayali presenta un comportamiento relativamente estable durante el periodo 2017–2025, sin evidenciar una tendencia creciente o decreciente marcada. Asimismo, se aprecia una variabilidad constante en los valores de humedad relativa, los cuales oscilan aproximadamente entre 84.5 % y 90 %, lo que sugiere que la serie podría considerarse estacionaria. Por otro lado, no se identifica un patrón repetitivo definido a lo largo de los años, por lo que se infiere que la serie no presenta componente estacional significativa.

Figura 4

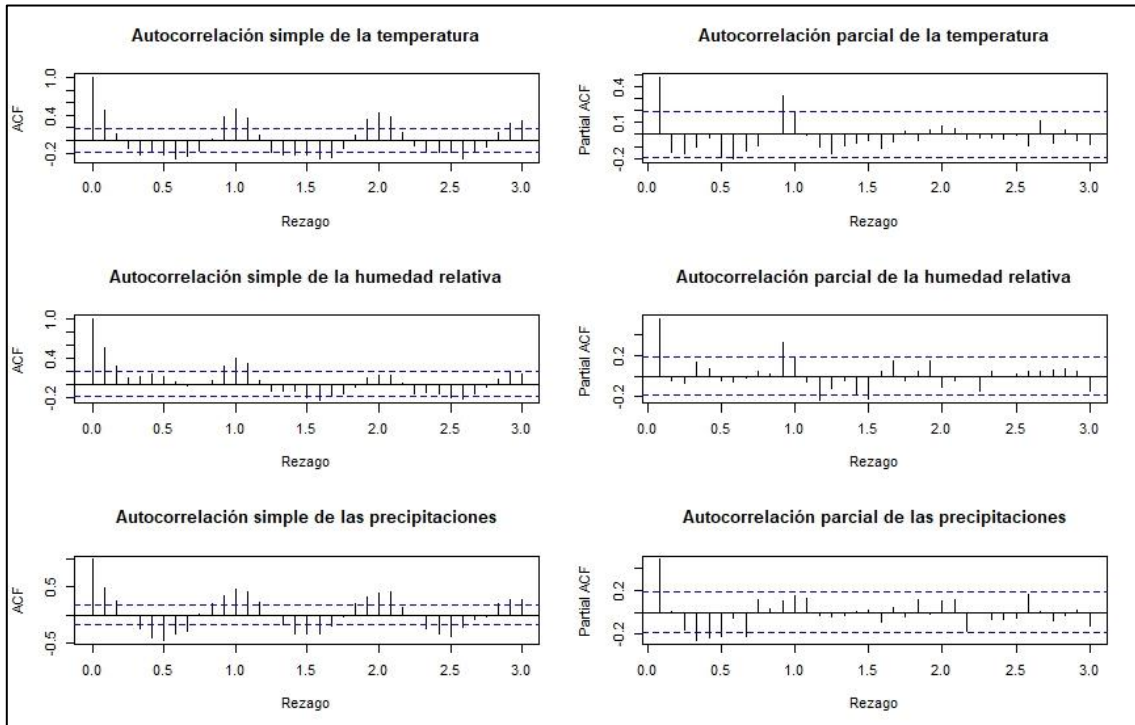
Precipitaciones (mm) por mes en la región Ucayali, 2017 – 2025



A través de la Figura 4 se puede observar que la serie correspondiente a las precipitaciones no presenta tendencia, se puede visualizar una variabilidad constante por periodo, por lo que se postula que la serie es estacionaria. Por otro lado, se observa un componente estacional.

Figura 5

Correlogramas de autocorrelación simple y parcial de la temperatura, humedad relativa y precipitaciones en Aguaytía, 2017–2025



En la figura 5, los correlogramas muestran que las tres variables meteorológicas presentan dependencia temporal, debido a que varias barras de las funciones de autocorrelación simple (ACF) y parcial (PACF) superan los límites de confianza representados por las líneas discontinuas. En la temperatura, la autocorrelación simple evidencia valores positivos en los primeros rezagos, seguidos de autocorrelaciones negativas y de nuevos incrementos alrededor de los rezagos anuales. Este comportamiento oscilante sugiere la presencia de un patrón estacional asociado con la periodicidad de 12 meses. La autocorrelación parcial presenta una mayor concentración de valores significativos en los primeros rezagos y alrededor del primer año, lo que indica que los valores actuales de la temperatura están relacionados principalmente con sus observaciones recientes y con su comportamiento estacional.

En la humedad relativa se observa igualmente una autocorrelación positiva elevada en los primeros rezagos, la cual disminuye progresivamente y cambia de signo en periodos posteriores; asimismo, se identifican incrementos de la autocorrelación aproximadamente cada 12 meses, lo que sugiere una dinámica estacional anual. La función de autocorrelación parcial muestra algunos rezagos significativos, especialmente al inicio de la serie y alrededor del rezago anual, evidenciando que la humedad relativa conserva una dependencia directa con determinados valores pasados.

Respecto de las precipitaciones, la función de autocorrelación simple presenta un patrón cíclico más marcado, con alternancia de autocorrelaciones positivas y negativas y picos cercanos a los rezagos 12, 24 y 36 meses. Esto indica una estacionalidad anual recurrente en el comportamiento de las lluvias. La autocorrelación parcial muestra valores significativos principalmente en los primeros rezagos y algunos periodos posteriores, lo cual refleja que una parte importante de la dependencia temporal de las precipitaciones se explica por sus valores recientes.

Análisis de estacionariedad

H0: Las series presentan raíz unitaria. No son estacionarias.

H1: Las series no presentan raíz unitaria. Son estacionarias.

Tabla 2

Prueba de estacionariedad de Dickey Fuller para temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones por mes en la región Ucayali, 2017 - 2025

	Z(alpha)	Lag Order	p-value
Temperatura	-6.095	1	0.01
Humedad relativa	-5.083	1	0.01
Precipitaciones	-5.094	1	0.01

Los resultados obtenidos en la Tabla 2, luego aplicar la prueba de Dickey Fuller, indican una conclusión al 95% de confiabilidad que las 3 series son estacionarias, puesto que arrojaron niveles de significación inferiores a 0.05 ($p\text{-value} < 0.01$).

Tabla 3

Prueba de estacionariedad de Phillips Perron para temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones por mes en la región Ucayali, 2017 - 2025

	Z(alpha)	Lag parameter	p-value
Temperatura	-51.37	4	0.01
Humedad relativa	-43.755	4	0.01
Precipitaciones	-55.853	4	0.01

A través de los resultados obtenidos en la Tabla 3 al aplicar la prueba Phillips Perron, se afirma que las 3 series son estacionarias, debido a que los niveles de significación obtenidos son inferiores a 0.05 ($p\text{-value} < 0.01$).

3.2. Estimación del modelo VAR con rezagos óptimos

Tabla 4

Elección del rezago óptimo para estimar el modelo VAR

Criterios	Rezagos							
	Lag (1)	Lag (2)	Lag (3)	Lag (4)	Lag (5)	Lag (6)	Lag (7)	Lag (8)
AIC(n)	9.102	9.096	9.130	9.196	9.136	9.081	9.142	9.100
HQ(n)	9.228	9.317	9.446	9.608	9.642	9.682	9.838	9.891
SC(n)	9.414	9.643	9.911	10.212	10.387	10.566	10.862	11.054
FPE(n)	8971.961	8924.084	9245.225	9904.857	9364.528	8912.524	9548.628	9249.139

Nota. AIC (Akaike Criterion), HQ (Hannan-Quinn), SC (Schwarz Criterion) y FPE (Error de Predicción Final).

A través de la Tabla 4 se puede observar la elección del rezago óptimo para la estimación del modelo VAR mediante los criterios de información AIC, HQ, SC y FPE. En este sentido, los criterios AIC y FPE alcanzan sus menores valores en el rezago 6 (AIC = 9.081 y FPE = 8912.524), indicando que este sería el número de rezagos más adecuado para el modelo; por otro lado, los criterios HQ y SC presentan sus valores mínimos en el rezago 1, sugiriendo un modelo más parsimonioso. Sin embargo, considerando que dos de los criterios más utilizados para modelos VAR (AIC y FPE) coinciden en seleccionar el rezago 6, se determina que este es el rezago óptimo para la estimación del modelo VAR.

Tabla 5

Modelo VAR(6) para estimar las precipitaciones en función a la temperatura ambiente y humedad relativa por mes en la región Ucayali, 2017 – 2025

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Humedad.l1	-30.820	28.520	-1.080	0.283
Temperatura.l1	-9.984	28.640	-0.349	0.728
Precipitaciones.l1	0.328	0.116	2.830	0.006
Humedad.l2	23.870	30.030	0.795	0.429
Temperatura.l2	37.050	29.280	1.266	0.209
Precipitaciones.l2	0.172	0.119	1.449	0.151
Humedad.l3	33.270	31.310	1.063	0.291
Temperatura.l3	62.750	30.090	2.085	0.040
Precipitaciones.l3	0.082	0.123	0.662	0.510
Humedad.l4	-2.380	31.010	-0.077	0.939
Temperatura.l4	-8.254	30.280	-0.273	0.786
Precipitaciones.l4	-0.105	0.125	-0.839	0.404
Humedad.l5	-22.510	30.600	-0.735	0.464
Temperatura.l5	-70.570	30.070	-2.347	0.021
Precipitaciones.l5	-0.275	0.128	-2.158	0.034
Humedad.l6	10.180	27.490	0.370	0.712
Temperatura.l6	64.030	29.530	2.169	0.033

Precipitaciones.l6	-0.125	0.138	-0.908	0.366
const	-3018.000	3469.000	-0.870	0.387
Observations				102
R2				0.518
Adjusted R2				0.414
Residual Std. Error (df = 83)				157.959
F Statistic (df = 18; 83)				4.964
p - value				0.000

Ho: Los parámetros del modelo no son significativos de manera global.

H1: Los parámetros del modelo son significativos de manera global.

A través de la Tabla 5 se observa que el modelo VAR(6) estimado para las precipitaciones en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali durante el periodo 2017–2025 presenta el coeficiente de determinación obtenido ($R^2 = 0.518$), la cual indica que el modelo explica el 51.8% de la variabilidad de la variable dependiente. Aunque este valor no representa una capacidad explicativa elevada, puede considerarse moderada dentro del contexto analizado, dado que la literatura econométrica señala que la interpretación del R^2 depende del fenómeno estudiado y no de criterios universales de aceptación (Gujarati et al., 2020).

Los resultados evidencian que las precipitaciones actuales están influenciadas principalmente por sus propios rezagos y por la temperatura ambiente en determinados periodos rezagados. En particular, las precipitaciones rezagadas en el periodo 1 muestran un efecto positivo significativo, mientras que las precipitaciones rezagadas en el periodo 5 presentan un efecto negativo significativo. Asimismo, la temperatura rezagada en los periodos 3 y 6 influye positivamente sobre las precipitaciones, mientras que en el periodo 5 el efecto es negativo. Por otro lado, la humedad relativa no presenta efectos

estadísticamente significativos dentro del modelo, lo que indica una menor influencia sobre las precipitaciones durante el periodo analizado.

Además, se obtiene la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 P_t = & -3018 - 30.820H_{t-1} - 9.984T_{t-1} + 0.328P_{t-1} + 23.870H_{t-2} \\
 & + 37.050T_{t-2} + 0.172P_{t-2} + 33.270H_{t-3} + 62.750T_{t-3} \\
 & + 0.082P_{t-3} - 2.380H_{t-4} - 8.254T_{t-4} - 0.105P_{t-4} \\
 & - 22.510H_{t-5} - 70.570T_{t-5} - 0.275P_{t-5} + 10.180H_{t-6} \\
 & + 64.030T_{t-6} - 0.125P_{t-6} + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

Donde:

P_t : precipitaciones en el mes t .

H_{t-i} : humedad relativa observada i meses antes.

T_{t-i} : temperatura ambiente observada i meses antes.

P_{t-4} : precipitaciones registradas i meses antes.

ε_t : término de error aleatorio.

3.3. Supuestos del Modelo VAR

Tabla 6

Test de Breusch-Godfrey LM para evaluar la autocorrelación serial de los residuales del modelo VAR(6)

Rezago	Chi-squared	df	p-value
1	6.211	9	0.719
2	21.025	18	0.278
3	40.104	27	0.0501
4	66.018	36	0.002
5	85.151	45	0.000
6	92.847	54	0.000

Ho: En los residuos del modelo no existe problemas de autocorrelación.

H1: En los residuos del modelo si existe problemas de autocorrelación.

A través de la Tabla 6 se presentan los resultados del test de Breusch-Godfrey LM aplicado para evaluar la autocorrelación serial de los residuales del modelo VAR(6). Se observa que en los rezagos 1 y 2 los valores p son mayores a 0.05 ($p = 0.719$ y $p = 0.278$), por lo que no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación serial. En el rezago 3, el valor $p = 0.0501$ se encuentra ligeramente por encima del nivel de significancia del 5 %, sugiriendo evidencia límite de autocorrelación. Sin embargo, en los rezagos 4, 5 y 6 los valores p son menores a 0.05, evidenciando la presencia de autocorrelación serial en los residuales del modelo para dichos rezagos. En consecuencia, se concluye que el modelo VAR(6) presenta problemas de dependencia serial en los errores, lo que indica que los residuales no son completamente independientes y que podrían requerirse ajustes adicionales para mejorar la especificación del modelo.

Tabla 7

Test de Arch para evaluar heterocedasticidad de los residuales del modelo VAR(6)

Rezago	Chi-squared	df	p-value
1	25.727	36	0.898
2	53.06	72	0.954
3	79.667	108	0.981
4	112.66	144	0.975
5	156.19	180	0.90
6	197.56	216	0.811

Ho: En los residuales del modelo no existe problemas de heterocedasticidad.

H1: En los residuales del modelo si existe problemas de heterocedasticidad.

A través de la Tabla 7 se presentan los resultados del test ARCH aplicado para evaluar la presencia de heterocedasticidad en los residuales del modelo VAR(6). Se observa que en todos los rezagos analizados los valores p son mayores a 0.05, variando entre 0.811 y 0.981, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad. En consecuencia, se concluye que los residuales del modelo presentan varianza constante a lo largo del tiempo, evidenciando ausencia de heterocedasticidad y sugiriendo que el modelo VAR(6) cumple adecuadamente con este supuesto estadístico.

Tabla 8

Test de Jarque Bera para los residuos del modelo VAR(6)

Chi-squared	df	p-value
6.040	6	0.419

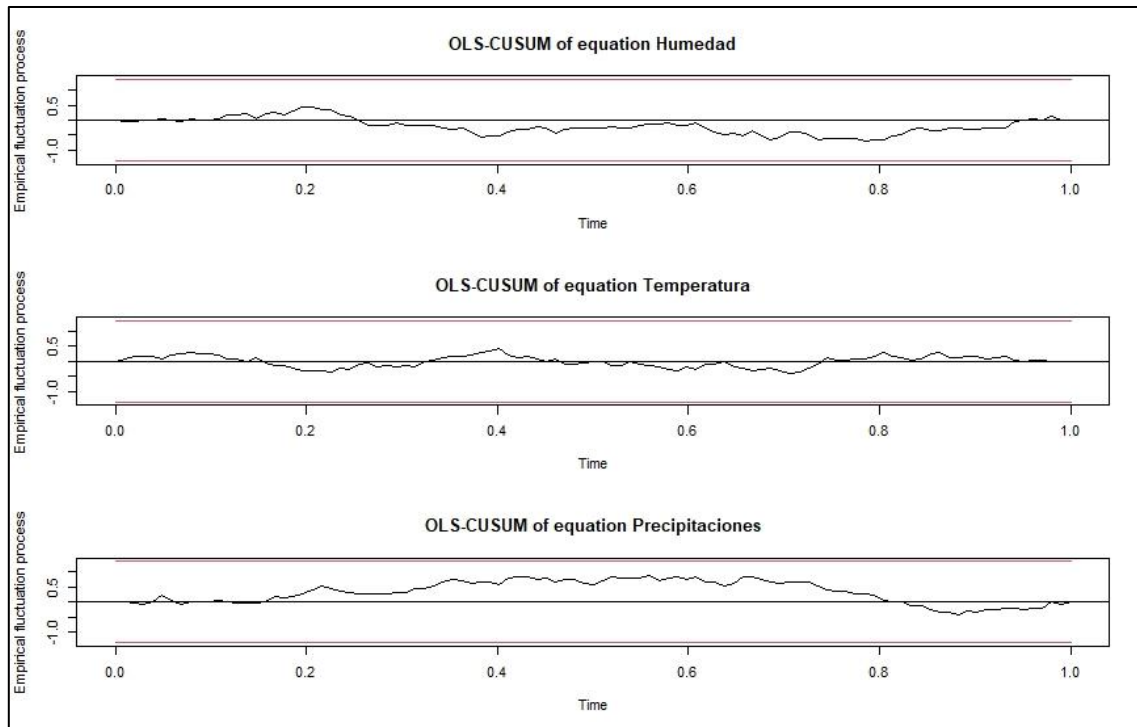
Ho: Los residuos del modelo siguen una distribución normal.

H1: Los residuos del modelo no siguen una distribución normal.

A través de la Tabla 8 se presentan los resultados del test de Jarque-Bera aplicado a los residuos del modelo VAR(6) con el fin de evaluar el supuesto de normalidad. Se observa que el valor p obtenido es mayor a 0.05 ($p = 0.419$), por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los residuos. En consecuencia, se concluye que los errores del modelo presentan una distribución aproximadamente normal, indicando que el modelo VAR(6) cumple adecuadamente con el supuesto de normalidad de los residuales.

Figura 6

Estabilidad de los coeficientes del modelo VAR(6)



En la Figura 6 se presentan los gráficos del test CUSUM (Cumulative Sum of Recursive Residuals) aplicado a las ecuaciones del modelo VAR(6) para la humedad, temperatura y precipitaciones; en la cual se observa que el gráfico correspondiente a la humedad muestra que la línea de residuos acumulados se mantiene dentro de los límites críticos durante todo el período analizado, lo cual indica que no existe evidencia de inestabilidad estructural en los coeficientes estimados para esta ecuación y, por tanto, los parámetros del modelo VAR(6) relacionados con la humedad pueden considerarse estables en el tiempo. Asimismo, se observa un comportamiento similar para la temperatura, ya que la trayectoria del proceso acumulado permanece contenida dentro del rango de control, sin sobrepasar los límites de significancia. Finalmente, para precipitaciones también se evidencia que la trayectoria de los residuos recursivos se mantiene completamente dentro de los límites críticos, sugiriendo que no existen cambios estructurales significativos en los parámetros de esta ecuación, por lo cual se puede

afirmar que el modelo VAR(6) mantiene estabilidad en la estimación de los coeficientes para las variables analizadas.

Tabla 9

Raíces inversas polinomiales del modelo VAR (6)

0.937
0.937
0.901
0.874
0.874
0.845
0.845
0.800
0.800
0.797
0.797
0.791
0.791
0.721
0.721
0.700
0.504
0.504

Ho: El modelo no cumple con la condición de estabilidad.

H1: El modelo si cumple con la condición de estabilidad.

A través de la Tabla 9 se observa que todos los valores de las raíces inversas polinomiales son menores a 1, es decir, no salen del círculo unitario, por lo tanto, el modelo cumple la condición de estabilidad.

Tabla 10

Prueba de causalidad de Granger para las precipitaciones, temperatura ambiente y humedad relativa por mes en la región Ucayali, 2017 – 2025

	F-Test	df1	df2	p-value
Causalidad de la temperatura ambiente en la humedad relativa y las precipitaciones	1.916	12	249	0.033
Causalidad de la humedad relativa en la temperatura ambiente y las precipitaciones	0.768	12	249	0.683
Causalidad de las precipitaciones en la temperatura ambiente y la humedad relativa	2.888	12	249	0.001

Ho: La temperatura ambiente no causa en el sentido de Granger a la humedad relativa y a las precipitaciones.

H1: La temperatura ambiente sí causa en el sentido de Granger a la humedad relativa y a las precipitaciones.

Al observar la Tabla 10, no se acepta la hipótesis nula debido a que el p-valor es menor a 0.05 ($p = 0.033$), es decir, que la temperatura ambiente causa en el sentido de Granger a la humedad relativa y a las precipitaciones. En conclusión, la temperatura ambiente influye significativamente en la humedad relativa y en las precipitaciones.

Ho: La humedad relativa no causa en el sentido de Granger a la temperatura ambiente y a las precipitaciones.

H1: La humedad relativa sí causa en el sentido de Granger a la temperatura ambiente y a las precipitaciones.

En la Tabla 10, se acepta la hipótesis nula debido a que el p-valor es mayor a 0.05 ($p = 0.683$), es decir, que la humedad relativa no causa en el sentido de Granger a la temperatura ambiente y a las precipitaciones. En conclusión, la humedad relativa no influye significativamente en la temperatura ambiente ni en las precipitaciones.

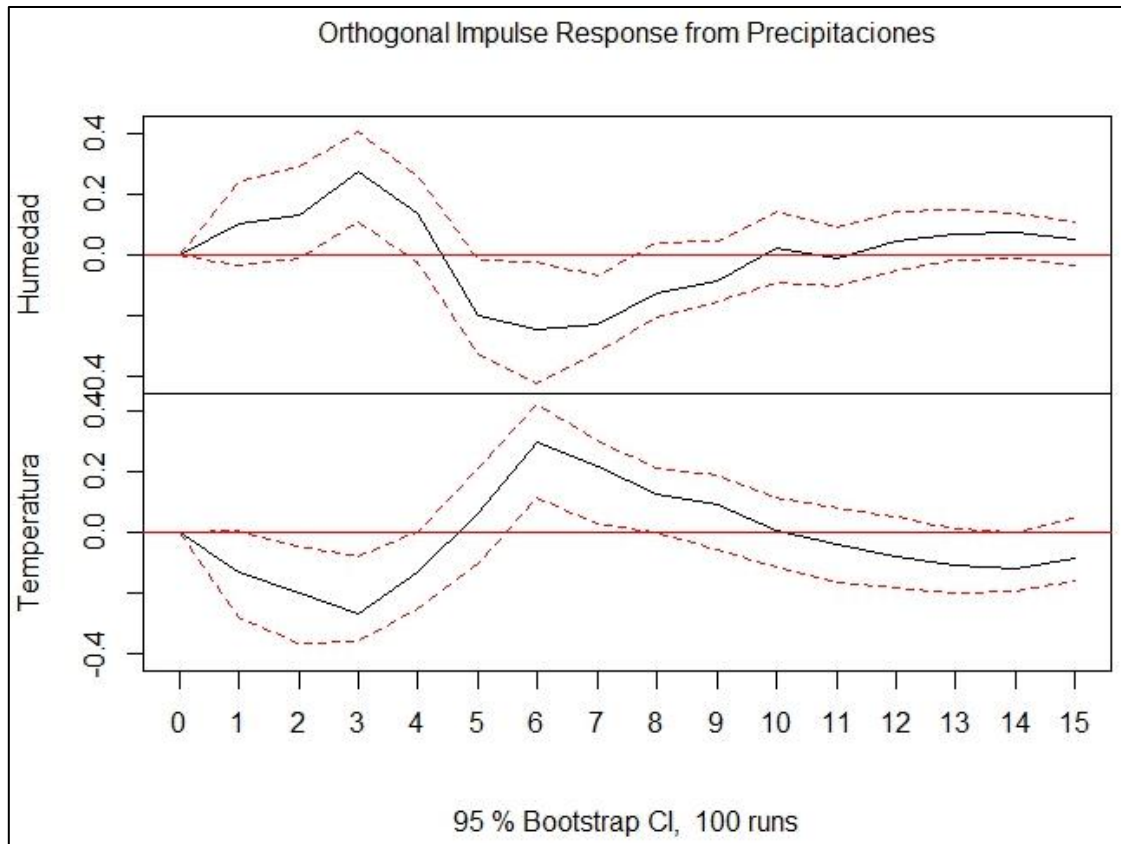
Ho: Las precipitaciones no causan en el sentido de Granger a la temperatura ambiente y a la humedad relativa.

H1: Las precipitaciones sí causan en el sentido de Granger a la temperatura ambiente y a la humedad relativa.

En la Tabla 10, no se acepta la hipótesis nula debido a que el p-valor es menor a 0.05 ($p = 0.001$), por lo que se evidencia que las precipitaciones sí causan en el sentido de Granger a la temperatura ambiente y a la humedad relativa. En conclusión, las precipitaciones influyen significativamente en la temperatura ambiente y la humedad relativa.

Figura 7

Función impulso respuesta de la temperatura y la humedad



En la Figura 7 se presentan las funciones impulso-respuesta del modelo VAR(6), las cuales muestran el efecto dinámico de un choque en las precipitaciones sobre la humedad y la temperatura ambiente. En el gráfico correspondiente a la humedad, se observa que ante un impulso en las precipitaciones, la humedad presenta inicialmente una respuesta positiva durante los primeros periodos, alcanzando su mayor efecto aproximadamente en el tercer periodo; posteriormente, la respuesta disminuye y se torna negativa entre los periodos 5 y 8, para luego estabilizarse gradualmente alrededor de cero en los últimos periodos analizados. Asimismo, se evidencia que la trayectoria de respuesta se mantiene dentro de los intervalos de confianza al 95 %, indicando estabilidad en la estimación del efecto dinámico. Por otro lado, en el gráfico correspondiente a la temperatura, se aprecia que el impulso de las precipitaciones genera inicialmente una respuesta negativa en los primeros periodos; sin embargo, a partir del quinto periodo la respuesta negativa en los primeros periodos; sin embargo, a partir del quinto periodo la

respuesta se vuelve positiva, alcanzando un máximo aproximado en el sexto periodo, para luego disminuir progresivamente y converger hacia el equilibrio en los periodos finales. En consecuencia, se evidencia que los choques en las precipitaciones producen efectos temporales tanto sobre la humedad como sobre la temperatura, los cuales tienden a disiparse en el largo plazo.

Tabla 11

Descomposición de la varianza

Humedad	Temperatura	Precipitaciones
0.089	0.146	0.765
0.081	0.156	0.763
0.078	0.150	0.773
0.076	0.182	0.742
0.074	0.208	0.718
0.077	0.190	0.733
0.074	0.224	0.703
0.073	0.219	0.708
0.073	0.215	0.711
0.073	0.216	0.711
0.073	0.219	0.708
0.073	0.223	0.704
0.073	0.221	0.706
0.072	0.217	0.711
0.071	0.216	0.712
0.071	0.217	0.712
0.071	0.220	0.709
0.070	0.219	0.710
0.070	0.220	0.711
0.069	0.219	0.712
0.069	0.218	0.713
0.069	0.218	0.713
0.069	0.219	0.712

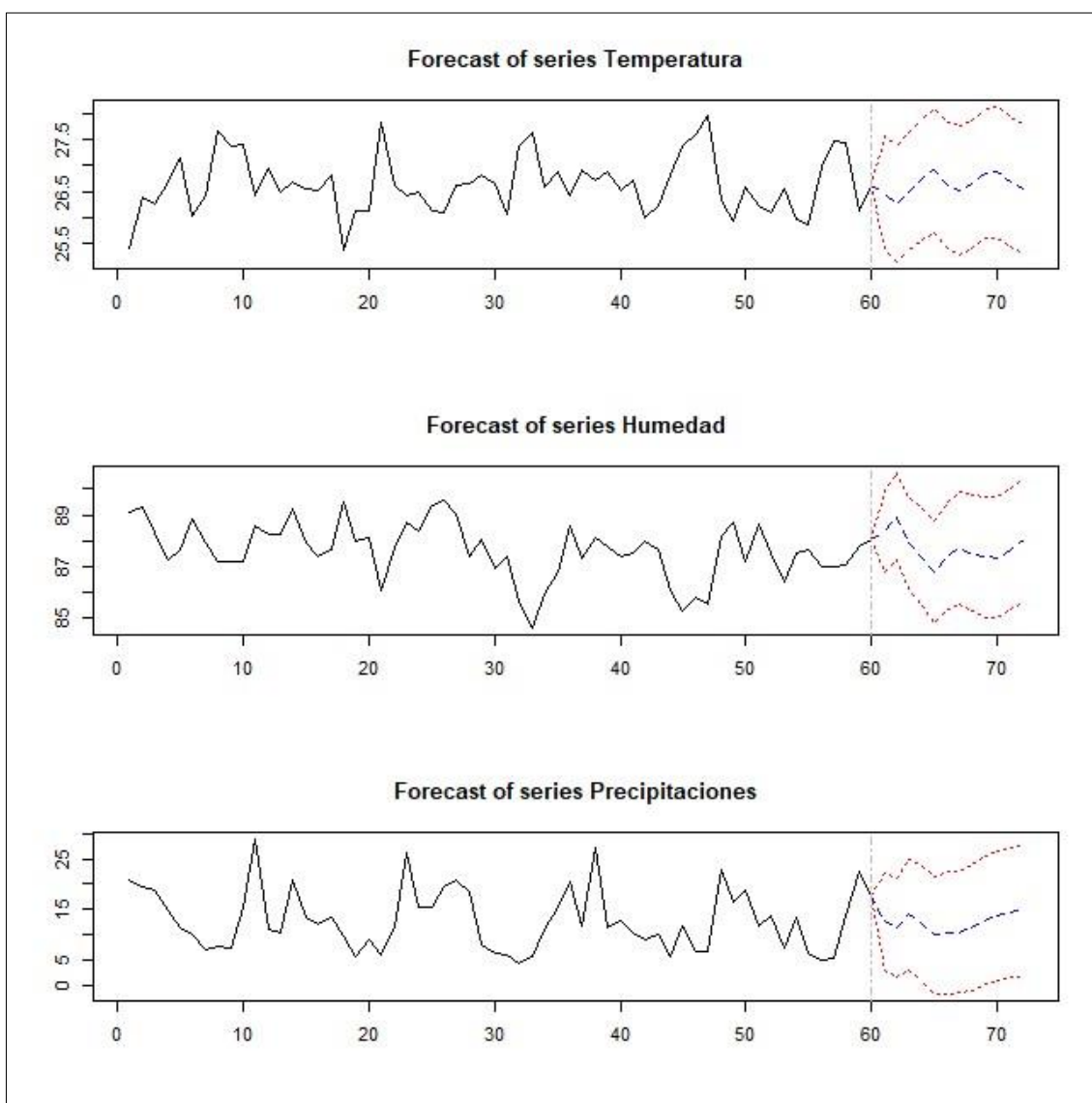
0.069	0.220	0.712
0.069	0.220	0.712
0.069	0.219	0.712
0.068	0.219	0.713
0.068	0.219	0.713
0.068	0.219	0.713
0.068	0.219	0.712

A través de la Tabla 11 se presenta la descomposición de la varianza del modelo VAR, la cual permite analizar la contribución de cada variable en la explicación de las fluctuaciones de las precipitaciones a lo largo del tiempo. Se observa que las precipitaciones explican la mayor proporción de su propia variabilidad durante todos los periodos analizados, con valores que oscilan aproximadamente entre 70 % y 77 %, evidenciando que esta variable posee una fuerte influencia sobre sí misma. Asimismo, la temperatura presenta una participación moderada en la explicación de la variabilidad de las precipitaciones, incrementándose progresivamente desde 14.6 % hasta valores cercanos al 22 %, lo que indica que su influencia aumenta en el largo plazo. Por otro lado, la humedad relativa muestra una contribución reducida y relativamente estable, con valores cercanos al 7 %, sugiriendo una menor capacidad explicativa sobre las variaciones de las precipitaciones. En consecuencia, se concluye que las precipitaciones son explicadas principalmente por sus propios choques, seguidas de la temperatura, mientras que la humedad relativa presenta una influencia limitada dentro del modelo analizado.

3.4.Pronósticos

Figura 8

Pronóstico obtenido de las precipitaciones según la temperatura y humedad relativa en la región Ucayali para el año 2026 con el modelo VAR(6)



En la Figura 8 se observa el pronóstico de las series temperatura, humedad relativa y precipitaciones para el año 2026 en la región Ucayali con el modelo VAR(6). Los resultados evidencian que las proyecciones conservan un comportamiento estable y se encuentran dentro de los intervalos de confianza al 95 %, lo que indica que el modelo presenta estabilidad y consistencia en sus estimaciones. Asimismo, las precipitaciones

proyectadas reflejan la dinámica temporal de la serie, confirmando la utilidad del modelo VAR(6) como herramienta para el pronóstico de las precipitaciones en la región Ucayali.

3.5.Evaluación

Tabla 12

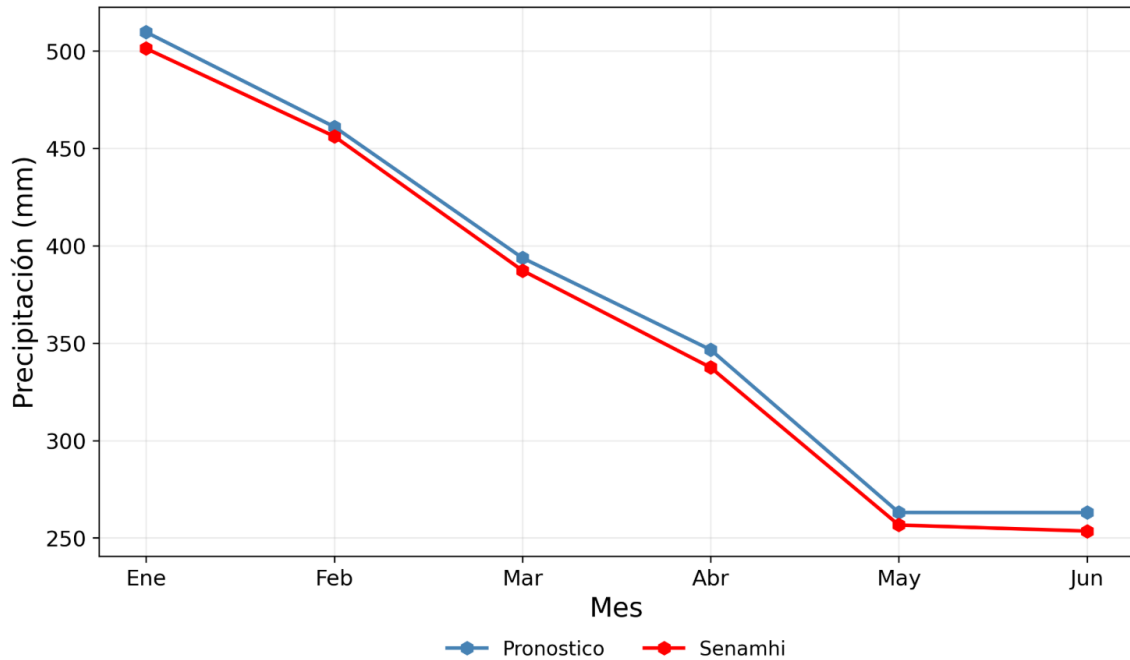
Pronóstico obtenido de las precipitaciones según la temperatura y humedad relativa por mes en la región Ucayali para el año 2026 con el modelo VAR(6)

Fecha	Humedad	Temperatura	Precipitaciones
Ene-26	88.902	30.260	509.714
Feb-26	89.006	30.395	461.091
Mar-26	87.987	30.853	393.752
Abr-26	88.103	31.426	346.609
May-26	87.503	31.505	263.035
Jun-26	87.821	31.568	262.988
Jul-26	87.598	31.637	277.527
Ago-26	87.774	31.507	301.406
Set-26	87.506	31.571	326.340
Oct-26	87.835	31.339	417.176
Nov-26	87.904	31.111	435.152
Dic-26	88.090	30.914	454.896

En la Tabla 12 muestra los valores pronosticados por el modelo VAR(6) para las variables meteorológicas durante el año 2026. Las estimaciones indican una relativa estabilidad en la humedad relativa y la temperatura ambiente, mientras que las precipitaciones presentan una variación estacional, con una disminución en los primeros meses del año y una recuperación progresiva hacia el último trimestre. En conjunto, los resultados respaldan la utilidad del modelo VAR(6) como herramienta para el pronóstico de las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali.

Figura 9

Comparación entre la serie observada por Senamhi y la serie pronosticada mediante el modelo VAR(6) para las precipitaciones en Aguaytía, enero–junio de 2026



En la Figura 9, la comparación entre la serie observada por el Senamhi y la serie pronosticada mediante el modelo VAR muestra una elevada concordancia durante el periodo comprendido entre enero y junio de 2026. En todos los meses, las diferencias entre los valores observados y estimados son reducidas, manteniéndose por debajo de los 5 mm; asimismo, ambas series reproducen la misma tendencia descendente de las precipitaciones desde enero hasta junio, lo que evidencia que el modelo VAR(6) logra representar adecuadamente la dinámica temporal de la variable y proporciona estimaciones consistentes con los registros observados.

IV. DISCUSIÓN

Como finalidad principal se planteó estimar un modelo VAR para pronosticar las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali durante el período 2017–2025. Para ello, luego de evaluar los criterios de información Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ), Schwarz (SC) y el Error de Predicción Final (FPE), se determinó que el modelo VAR(6) era el más adecuado para representar la dinámica de las variables climáticas analizadas. Asimismo, el modelo presentó estabilidad estructural y cumplió con los supuestos de homocedasticidad y normalidad de residuos, aunque evidenció autocorrelación serial en algunos rezagos. Estos resultados guardan similitud con Khan et al. (2025), quienes demostraron que los modelos VAR mejorados permiten obtener pronósticos más precisos y estables en sistemas con múltiples variables correlacionadas. Del mismo modo, Amaral et al. (2022) y Yan (2024) evidenciaron que los modelos VAR permiten identificar relaciones dinámicas y efectos de corto y largo plazo entre variables económicas mediante funciones impulso-respuesta y causalidad de Granger. Asimismo, los resultados coinciden con Lazo (2025), Villena (2024) y MENDIVIL y Tapia (2024), quienes concluyeron que los modelos VAR poseen una elevada capacidad explicativa y predictiva al analizar interacciones dinámicas entre variables macroeconómicas.

Respecto al primer objetivo específico, orientado a evaluar la tendencia de las series de precipitaciones pluviales, temperatura ambiente y humedad relativa en la región Ucayali, se observó que las tres series no presentan tendencia definida y mantienen una variabilidad relativamente constante a lo largo del período analizado; asimismo, únicamente las precipitaciones mostraron un leve componente estacional. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones longitudinales de series temporales como las

desarrolladas por Kim y Seo (2021) y Yan (2024), quienes evidenciaron comportamientos dinámicos relativamente estables en sus series, aunque con presencia de fluctuaciones temporales asociadas a shocks específicos. Del mismo modo, Amaral et al. (2022) identificaron que los efectos de determinados shocks económicos tienden a disiparse gradualmente, mostrando estabilidad relativa en el comportamiento de las series analizadas.

En cuanto al segundo objetivo específico, el cual consistió en analizar la estacionariedad de las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y humedad relativa, las pruebas Dickey-Fuller y Phillips-Perron confirmaron que las tres series son estacionarias, debido a que los niveles de significancia fueron inferiores a 0.05. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Orihuela et al. (2023), quienes determinaron relaciones estables y de equilibrio de largo plazo entre las variables analizadas; asimismo, coinciden con Khan et al. (2025), quienes resaltan la importancia de trabajar con series adecuadamente especificadas y estacionarias para mejorar la precisión de los pronósticos VAR. De igual forma, los hallazgos son consistentes con los estudios de Lazo (2025) y Mendivil y Tapia (2024), quienes emplearon modelos dinámicos con series temporales estacionarias para analizar la interacción entre variables económicas.

Respecto al tercer objetivo específico, orientado a construir un modelo de pronóstico adecuado para las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y humedad relativa, se estimó un modelo VAR(6), en el cual las precipitaciones actuales estuvieron influenciadas principalmente por sus propios rezagos y por

determinados rezagos de la temperatura ambiente. Asimismo, mediante la prueba de causalidad de Granger se determinó que la temperatura ambiente influye significativamente sobre la humedad relativa y las precipitaciones, mientras que las precipitaciones también influyen significativamente sobre la temperatura y la humedad relativa; sin embargo, la humedad relativa no mostró capacidad predictiva significativa sobre las demás variables. Estos resultados son similares a los encontrados por Amaral et al. (2022), quienes identificaron relaciones bidireccionales de causalidad de Granger entre variables económicas; asimismo, coinciden con Kim y Seo (2021), quienes hallaron efectos spillover y relaciones dinámicas entre mercados inmobiliarios mediante modelos VAR. Del mismo modo, Yan (2024) evidenció que los shocks monetarios generan efectos temporales y acumulativos sobre variables macroeconómicas, resultados comparables a los obtenidos mediante las funciones impulso-respuesta de la presente investigación, donde los choques en las precipitaciones generan efectos temporales sobre la temperatura y la humedad que tienden a disiparse en el largo plazo.

Finalmente, respecto al cuarto objetivo específico, el cual consistió en evaluar la bondad de ajuste del modelo VAR para el pronóstico de precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y humedad relativa, se determinó que el modelo VAR(6) presentó un ajuste moderado y estadísticamente significativo ($R^2 = 0.518$; $p = 0.000$), además de estabilidad estructural y ausencia de heterocedasticidad y problemas de normalidad en los residuales. Asimismo, la descomposición de la varianza evidenció que las precipitaciones explican principalmente su propia variabilidad, seguidas por la temperatura ambiente, mientras que la humedad relativa presenta una influencia reducida. Estos resultados coinciden con Villena (2024), Torres y Navarro (2024) y Mendivil y Tapia (2024), quienes reportaron elevados niveles explicativos en sus modelos VAR y

concluyeron que determinadas variables explican gran parte de la dinámica de las variables dependientes analizadas. Del mismo modo, Khan et al. (2025) concluyeron que la correcta especificación de modelos VAR mejora considerablemente la precisión y estabilidad de los pronósticos, aspecto que también se evidencia en el presente estudio mediante los pronósticos climáticos obtenidos para el año 2026.

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el modelo VAR(6) fue el más adecuado para pronosticar las precipitaciones pluviales en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la región Ucayali durante el período 2017–2025, debido a que presentó los menores valores en los criterios AIC y FPE, además de evidenciar estabilidad estructural, normalidad y homocedasticidad en los residuales. Asimismo, el modelo permitió identificar relaciones dinámicas significativas entre las variables climáticas analizadas y generar pronósticos consistentes para el año 2026.
2. Respecto al primer objetivo específico, se concluye que las series de precipitaciones pluviales, temperatura ambiente y humedad relativa no presentan una tendencia creciente o decreciente marcada durante el período analizado. Asimismo, las series mantienen una variabilidad relativamente constante en el tiempo, evidenciando estabilidad en su comportamiento; sin embargo, las precipitaciones presentan un leve componente estacional asociado a períodos de mayor intensidad de lluvias.
3. En relación con el segundo objetivo específico, se concluye que las series de precipitaciones, temperatura ambiente y humedad relativa son estacionarias, debido a que las pruebas Dickey-Fuller y Phillips-Perron presentaron niveles de significancia inferiores a 0.05. Asimismo, se determinó que únicamente las precipitaciones presentan un componente estacional moderado, mientras que la temperatura ambiente y la humedad relativa no muestran patrones estacionales significativos.
4. Respecto al tercer objetivo específico, se concluye que el modelo VAR(6) permitió identificar que las precipitaciones actuales están influenciadas principalmente por sus propios rezagos y por determinados rezagos de la temperatura ambiente. Asimismo, la prueba de causalidad de Granger evidenció que la

temperatura ambiente influye significativamente sobre las precipitaciones y la humedad relativa, mientras que las precipitaciones también influyen significativamente sobre la temperatura y la humedad relativa; sin embargo, la humedad relativa no presentó capacidad predictiva significativa sobre las demás variables. Además, las funciones impulso-respuesta mostraron que los choques en las precipitaciones generan efectos temporales sobre la humedad y la temperatura, los cuales tienden a disiparse en el largo plazo.

5. Finalmente, respecto al cuarto objetivo específico, se concluye que el modelo VAR(6) presentó una bondad de ajuste moderada y estadísticamente significativa ($R^2 = 0.518$; $p = 0.000$), además de cumplir con los supuestos de normalidad, homocedasticidad y estabilidad estructural. Sin embargo, el test de Breusch-Godfrey evidenció presencia de autocorrelación serial en algunos rezagos, indicando que aún existen dependencias temporales no capturadas completamente por el modelo. A pesar de ello, la descomposición de la varianza confirmó que las precipitaciones son explicadas principalmente por sus propios choques y, en menor proporción, por la temperatura ambiente, permitiendo obtener pronósticos climáticos consistentes para la región Ucayali.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al SENAMHI implementar el modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) como herramienta para el pronóstico de las precipitaciones pluviales, realizando un monitoreo continuo de los valores observados que permita regular y actualizar periódicamente el modelo. Asimismo, se recomienda efectuar análisis frecuentes de las tendencias de las precipitaciones para fortalecer la precisión de los pronósticos y contribuir a una gestión eficiente de los recursos hídricos en los ámbitos agrícola y urbano.
2. Se sugiere a las universidades promover investigaciones de pregrado y posgrado orientadas a la aplicación de modelos de series de tiempo, como el modelo VAR, en el análisis y pronóstico de variables climatológicas. Asimismo, se sugiere ampliar este tipo de estudios incorporando nuevos periodos de análisis y variables meteorológicas que permitan mejorar la capacidad predictiva y generar información de apoyo para la toma de decisiones
3. Se considera importante incorporar los pronósticos de precipitaciones en los procesos de planificación territorial y gestión del riesgo de desastres, con el fin de fortalecer las estrategias de prevención, preparación y respuesta frente a eventos hidrometeorológicos extremos, reduciendo los riesgos asociados a inundaciones y sequías.
4. Se plantea a INDECI establecer convenios de cooperación con las municipalidades para implementar acciones preventivas basadas en los pronósticos de precipitaciones, promoviendo la continuidad de las actividades económicas, la protección de la infraestructura y el uso eficiente de los recursos hídricos frente a eventos climáticos extremos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, E. J. (2007). Uso del análisis de correlación canónica para la predicción de la precipitación pluvial en Centroamérica. *Ingeniería y Competitividad*, 9(2), 33. Obtenido de https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2486/3236
- Amaral, A., Dyhoum, T., Abdou, H., & Aljohani, H. (2022). Modeling for the Relationship between Monetary Policy and GDP in the USA Using Statistical Methods. *Mathematics*, 10(21). doi:<https://doi.org/10.3390/math10214137>
- Arias, J. (2020). *Proyecto de tesis: Guía para la elaboración*. Obtenido de <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2236>
- Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G., & Greta, L. (2016). *Time Series Analysis Forecasting and Control*. New Jersey: Wiley. Obtenido de <https://bit.ly/3ug9ahp>
- Bustamante, J. (2018). *INFLUENCIA DE LA INVERSIÓN BRUTA FIJA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PERÚ: UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MODELO DE VECTORES AUTOREGRESIVOS (VAR), PERIODO 1990 – 2018*. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/d8a4169f-162b-46ca-84c3-2469bab793c8>
- Caira, C., Lopez, C., & Carhuarupay, Y. (2021). Efecto de la temperatura y precipitacion sobre la agricultura en la cuenca Coata-Puno, Perú. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(14), 285-296. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.118>

- Cervantes, R., Arteaga, R., Vázquez, M., Ojeda, W., & Quevedo, A. (2019). Red Neuronal Artificial y series de Fourier para pronóstico de temperaturas en el Distrito de Riego 075, Sinaloa México. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(1), 253-268. doi:DOI:10.24850/j-tyca-2019-01-10
- Condori, R. (2023). *Análisis de sequía meteorológica a través del modelo autorregresivo de promedio movil en la cordillera oriental del altiplano de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano. Repositorio Institucional - UNAP. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/items/4cb40dde-163c-42dc-a244-ef0ad70f2f6f>
- Das, P. (2019). *Econometrics in Theory and Practice: Analysis of Cross Section, Time Series and Panel Data with Stata 15.1*. Springer. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=E05FACFCFAC1F2624648D94C0F940AB3>
- Das, P. (2019). *Econometrics in Theory and Practice: Analysis of Cross Section, Time Series and Panel Data with Stata*. Kolkata: Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/978-981-32-9019-8>
- Gallo, T. (2021). *Análisis de las precipitaciones en Colombia, pronóstico y tendencias*. Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <http://186.28.225.13/handle/123456789/5171>
- Gómez, L., Cuellar, S., & Méndez, R. (2021). MODELO DE PRONÓSTICO PARA ESTIMAR EL COMPORTAMIENTO DEL PRECIO EN BOLSA DE LA ENERGÍA EN COLOMBIA. 1-22. Obtenido de <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/3579>
- Gonzáles, C. (2019). *Propiedades de las pruebas de raíz unitaria en muestras pequeñas*. Artículo. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.utdt.edu/bitstr>

eam/handle/20.500.13098/12456/MEC_Gonzalez%20Ram%c3%adrez_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5 ed.). McGraw-Hill/Irwin.

Hansen, B. (2020). *Econometrics*. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=2CD50903A5A81C5F1B5A3A54B24B3293>

Huambo, A. (2020). *Análisis de las bolsas de valores de Chile, Colombia, Mexico, Perú y su relación con el MILA utilizando un modelo de vectores autoregresivos (VAR) período 2011-2017*. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/b47d787d-fcd0-44e7-8743-4099f648dc92>

Jiménez, D., & Cabrera, O. (2018). *DISEÑO DE UN MODELO ESTADÍSTICO DE PRONÓSTICO DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL DE BANDA ANCHA PARA UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Obtenido de <http://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/1620>

Khan, F., Iftikhar, H., Khan, I., Canas, P., Alharbi, A., & Allohibi, J. (2025). A Hybrid Vector Autoregressive Model for Accurate Macroeconomic Forecasting: An Application to the U.S. Economy. *Mathematics*, 13(11), 1706. doi:<https://doi.org/10.3390/math13111706>

Kilian, L., & Lütkepohl, H. (2017). *Structural Vector Autoregressive Analysis*. Cambridge. doi:10.1017/9781108164818

Kim, L., & Seo, W. (2021). Micro-Analysis of Price Spillover Effect among Regional Housing Submarkets in Korea: Evidence from the Seoul Metropolitan Area. *Land*, 10(8). doi:<https://doi.org/10.3390/land10080879>

- Lazo, N. (2025). *Efectividad de la política monetaria por canales de transmisión en el crecimiento económico en Perú: Un estudio empírico 2000 - 2022*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/12010>
- Levendis, J. (2018). *Time Series Econometrics: Learning Through Replication*. Springer. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=56B540476B6EA4A750B16593418C9609>
- López Trujillo, J. A. (2011). *Metodología para predicción de tomentas eléctricas a partir de mediciones de campo electronico ambiental y sistema de localización de rayos en zona montañosa*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9326/300119.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Matilla, M., Pérez, P., & Sanz, B. (2017). *ECONOMETRÍA Y PREDICCIÓN*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=B7D911704DC69BE55824FE77EF9A1EF8>
- Melgar, M. (2025). *La variabilidad de los parámetros meteorológicos en el pronóstico del clima mediante el modelo ARIMA de inteligencia artificial en la estación solar, Ica, 2025*. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/items/d06dd2ae-4b17-4762-9d12-4741ab45a688>
- Mendivil, W., & Tapia, A. (2024). *Política monetaria y su influencia en el crecimiento económico del Perú, 2000-2022*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8461>

- Morales, E., Díaz, E. A., García, L., & Milla, M. (2021). Pronóstico de precipitaciones mensuales: Un estudio de caso en las comunidades nativas del Perú. *Revista Pakamuros*, 9(3), 71-85. doi:<https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i3.219>
- Novales, A. (2017). *Modelos vectoriales autoregresivos (VAR)*. Obtenido de https://r.search.yahoo.com/_ylt=Awrhbg6tB61n.gEA1F17egx.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1740602542/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.ucm.es%2fdata%2fcont%2fmedia%2fwww%2fpag-41459%2fVAR.pdf/RK=2/RS=OiCojY6TTVD71zi_22igTXXmhjI-
- Nunes, I. (2025). *Modelagem e previsão de variáveis climáticas usando modelos SARIMA, VAR e LSTM*. Universidade Federal de Uberlândia. Obtenido de <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/47874>
- Orihuela, E., Soto, A., & Huayhuas, L. (2023). Un Modelo Vectorial Autorregresivo (VAR) aplicado a las exportaciones de materias primas (oro y cobre) y la balanza de pagos: el caso peruano (2012- 2022). *Revista Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 10(1), 63-75. doi:<https://doi.org/10.46677/compendium.v10i1.1167>
- Pesaran, H. (2015). *Time Series and Panel Data Econometrics*. Oxford University Press. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=62A77C5557FA2291C8D14222FD785931>
- Stock, J., & Watson, M. (2020). *Introduction to Econometrics*. Pearson Education Limited. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=A4BFF80B21EA9126D6B0858010A59857>
- Tejena, N. (2019). *USO DE MODELOS MULTIVARIADOS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA EN PRODUCTOS DE ILUMINACIÓN APLICADOS A UNA*

COMERCIALIZADORA NACIONAL. Obtenido de
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51475>

Torres, R., & Navarro, D. (2024). *Impacto de factores económicos externos en el crecimiento económico, Perú 2000 - 2019*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de
<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7550>

Villena, W. (2024). *Análisis de la incidencia de la política monetaria en el crecimiento económico del Perú: 2008 - 2018*. Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6405>

Watson, M., & Stock, J. (2019). *Introduction to econometrics*. Pearson. Obtenido de <https://libgen.rocks/ads.php?md5=B7933456EC134845AEE2F5A5CC43ED99>

Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (7th ed.). Cengage Learning.

Yan, J. (2024). Examining the Dynamic Relationship between GDP, CPI and M2 in the United States Using VAR Modeling. *Atlantis Press*, 185-200.
doi:https://doi.org/10.2991/978-94-6463-598-0_20

ANEXOS

Anexo 1

Solicitud de base de datos en la página web del SENAMHI

 **gob.pe**

CONSULTA TU TRÁMITE

 **PERÚ** Ministerio del Ambiente

**Senamhi**
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



Plataforma de Atención al Ciudadano

Consulta de Expediente

Número de Expediente :

(*)

Ingrese el código de imagen

(*) 

Buscar Expediente

(*) Campo Obligatorio

Documento Encontrado

Fecha	:	03-02-2026 17:03:00
Expediente	:	2026-0001648
Tipo de Documento	:	SOLICITUD
Número de Documento	:	S/N
Institución	:	
Remitente	:	DIANA CAROLINA SILVA SALAS
Folios	:	1
Sumilla	:	SERVICIO DE DATOS INVESTIGADOR SIN FINES DE LUCRO
Observaciones	:	
Oficina en Atención	:	► 04/02/2026 05:35:43 => SERVICIOS AL CIUDADANO=>GAMARRA CHAVARRY LUIS FELIPE => ATENDIDO
Estado Documento	:	ATENDIDO
Observación	:	
Atención/Archivado	:	SE REMITE INFORMACION A INVESTIGADORA DIANA CAROLINA SILVA SALAS EL 03.03.26

Anexo 2

Evidencia de entrega de base de datos por SENAMHI

INFORMACION PARA INVESTIGADORA DIANA CAROLINA SILVA SALAS - EXP. 2026 0001648



 **Milagros Del Pilar Martinez Tabraj (UACGD)** <mmartinez@senamhi.gob.pe>
para mí, Luis ▼

3 mar 2026, 9:33 p.m. ☆ 😊 ↶

Estimada Diana Carolina Silva Salas:

En atención a su solicitud de datos meteorológicos para fines de investigación, ingresada al **SENAMHI** con Exp. 2026-0001648, se remite la información disponible.

Saludos cordiales,

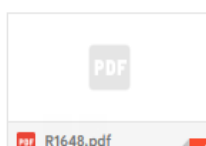


Milagros Martínez Tabraj
UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO
Y GESTIÓN DOCUMENTAL
SENAMHI - PERÚ

D: Jr. Calvite 785, Jesús María - Lima
T: 01 6141414 Anexo - 457
E: mmartinez@senamhi.gob.pe
W: www.senamhi.gob.pe

SENAMHI es una institución responsable con el medio ambiente. Le pedimos no imprimir este correo a menos que sea absolutamente necesario. Reduzca - Reuse - Recicle

2 archivos adjuntos • Analizado por Gmail ⓘ ⬇️ ➦ Agregar todo a Drive



SOLICITUD DE INFORMACIÓN TUSNE PARA TESISISTAS - 03/02/2026	
DATOS DEL SOLICITANTE	
TIPO DE SOLICITANTE	INVESTIGADOR SIN FINES DE LUCRO
SEDE A LA QUE SE DIRIGE LA SOLICITUD	SEDE CENTRAL
NOMBRE	DIANA CAROLINA
APELLIDOS	SILVA SALAS
DNI	74086955
CORREO ELECTRÓNICO	DIANA270721@GMAIL.COM
UNIVERSIDAD O I.E.	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
TÍTULO DEL PROYECTO	MODELO VAR DE PRONÓSTICO DE PRECIPITACIONES PLUVIALES EN FUNCIÓN A LA TEMPERATURA AMBIENTE Y HU REGIÓN UCAYALI, 2017-2025
DEPARTAMENTO	LAMBAYEQUE
PROVINCIA	CHICLAYO
DISTRITO	CHICLAYO

DOCUMENTOS ADJUNTOS
ANEXO 1
Anexo 01.pdf
RESUMEN DEL PROYECTO
RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN.pdf
ANEXO 3
Anexo 03.pdf

ESTACIONES SOLICITADAS						
N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	ESTACIÓN	VARIABLE	ESCALA	PERIODO REFERE
1	UCAYALI	PADRE ABAD	AGUAYTIA - M - CONV - 000462 - F	HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1948-11 2025-12
2	UCAYALI	PADRE ABAD	AGUAYTIA - M - CONV - 000462 - F	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL	MENSUAL	1948-11 2025-12
3	UCAYALI	PADRE ABAD	AGUAYTIA - M - CONV - 000462 - F	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1948-11 2025-12
4	UCAYALI	PADRE ABAD	AGUAYTIA - M - CONV - 000462 - F	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1948-11 2025-12