

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

ESCUELA DE POSGRADO

Unidad de Posgrado de Ingeniería y Arquitectura



**Un análisis integral del brote de viruela simica utilizando un modelo conjunto de series temporales: un estudio de caso de países con zonas críticas**

Tesis para obtener el Título de Segunda Especialidad Profesional de  
Ingeniería: Estadística Aplicada para Investigación

**Autor:**

Juan Carlos Huaman Alfaro

Wilfredo Meza Cuba

**Asesor:**

M.Sc. Hasnain Iftikhar

Lima, abril de 2024

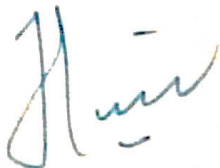
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Hasnain Iftikhar, docente de la Unidad de Posgrado de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Un análisis integral del brote de viruela simica utilizando un modelo conjunto de series temporales: un estudio de caso de países con zonas críticas”** de los autores Juan Carlos Huaman Alfaro y Wilfredo Meza Cuba tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 09 días del mes de julio del año 2024



---

Hasnain Iftikhar

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa unión a 8 días del mes de abril del año 2024, siendo las 9:30 horas, se reunieron de forma online sincrónica, bajo la dirección del presidente del jurado Dr. Josué Edison Turpo Chaparro, el secretario Mg. Esteban Tocto Cano; los demás miembros: y el PhD. Javier Linkolk López Gonzales y la Mg. Lizeth Huanca López y el asesor M.Sc. Hasnain Iftikhar con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de Tesis de la Segunda Especialidad titulada “*Un análisis integral del brote de viruela simica utilizando un modelo conjunto de series temporales: un estudio de caso de países con zonas críticas*”, conducente a la obtención del Título de Segunda Especialidad Profesional de Ingeniería: Estadística Aplicada para Investigación.

El presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los candidatos hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del Jurado a efectuar las preguntas, cuestionamientos y aclaraciones pertinentes, los cuales fueron absueltos por los candidatos. Luego se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictaminador del Jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

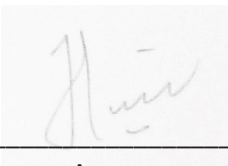
Candidatos: Juan Carlos Huaman Alfaro y Wilfredo Meza Cuba

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Con nominación de excelente	Excelencia

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó a los candidatos a ponerse de pie, para recibir la evaluación final. Además, el Presidente del Jurado concluyó el acto académico de sustentación, procediéndose a registrar las firmas respectivas.

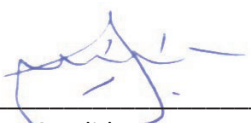
  
\_\_\_\_\_  
Presidente

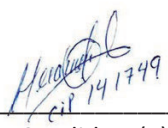
  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Miembro

  
\_\_\_\_\_  
Miembro

  
\_\_\_\_\_  
Candidato

  
\_\_\_\_\_  
Candidato(a)

## **Agradecimientos**

Agradecemos profundamente a Dios, por darnos la fortaleza, sabiduría y salud para llevar a cabo esta investigación. Sin su guía y bendiciones, nada de esto habría sido posible.

A la Universidad Peruana Unión (UPEU), por brindarnos los recursos, el conocimiento y el entorno académico necesario para desarrollar este estudio. Gracias a todos los profesores, compañeros y personal administrativo por su apoyo y colaboración en este proyecto.

## **Dedicatoria:**

A mi amada esposa, Janeth Marfa, por su amor, dedicación y paciencia a lo largo de estos años. Tu apoyo incondicional y moral ha sido mi fuerza en nuestro camino juntos. Tus palabras de aliento y tu comprensión han fortalecido mi ser, convirtiéndome en una mejor persona bajo la bendición del Señor. Por ello, esta tesis es tanto tuya como mía.

A mis padres, cuyo amor y sacrificio han sido la base de todo lo que soy y lo que he logrado. Gracias por enseñarme la importancia de ser justo en la vida y nunca rendirme. Soy un reflejo de su esfuerzo, dedicación y amor. Esta tesis es un testimonio de sus enseñanzas y su infinito apoyo.

## **Dedicatoria**

A mi querida esposa Ana María, por ser mi pilar inquebrantable y mi fuente constante de inspiración. Tu amor, apoyo y paciencia han sido fundamentales en cada paso de este arduo camino. Gracias por creer en mí y por brindarme la fortaleza para seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes.

A mi amada madre Eduvina, cuyo amor y sacrificio me han guiado desde el principio. Tu sabiduría y tus enseñanzas han sido la base sobre la cual he construido mis sueños. Gracias por tu incondicional apoyo y por inculcarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A ambas, les dedico este logro con todo mi amor y gratitud.

# Índice

Índice .....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
I. Introducción .....	7
II. Metodología.....	12
2.1. Preparación de los datos.....	12
2.1.1. Modelo autorregresivo .....	14
2.1.2. Modelo de Suavizado Exponencial .....	14
2.1.3. Modelo Autorregresivo de Media Móvil .....	15
2.1.4. Modelo autorregresivo no paramétrico .....	16
2.1.5. Modelo Theta.....	17
2.1.6. Los modelos de conjunto propuestos .....	17
2.2. Criterios de Evaluación .....	18
III. Metodología .....	23
IV. Discusión .....	32
V. Conclusión .....	34
VI. Referencias bibliográficas .....	36

## Resumen

La pandemia de coronavirus ha suscitado preocupaciones sobre la aparición de otras infecciones virales, como la viruela del mono, que se ha convertido en un peligro significativo para la salud pública. Por lo tanto, este trabajo propone una nueva técnica de conjunto de series temporales para analizar y predecir la propagación de la viruela del mono en los cuatro países con mayores tasas de infección por el virus de la viruela del mono. Este enfoque involucró el procesamiento de la primera serie temporal acumulativa de casos confirmados para abordar la estabilización de la varianza, la normalización, la estacionariedad y un componente de tendencia secular no lineal. Después de eso, se utilizaron cinco modelos de series temporales individuales y tres modelos de conjunto propuestos para estimar la serie temporal filtrada de casos confirmados. La precisión de los modelos se evalúa utilizando errores medios típicos de precisión, evaluación gráfica y una prueba estadística de igual precisión de pronóstico. Basado en los resultados, se encontró que el enfoque de pronóstico de conjunto de series temporales propuesto es una manera eficiente y precisa de pronosticar los casos confirmados acumulativos para los cuatro principales países del mundo y el mundo entero. Utilizando el mejor modelo de conjunto, se hace un pronóstico para los próximos 28 días (cuatro semanas), lo que ayudará a comprender la propagación de la enfermedad y los riesgos asociados. Esta información puede prevenir una mayor propagación y permitir un tratamiento oportuno y efectivo. Además, el enfoque novedoso de conjunto de series temporales desarrollado puede ser utilizado para pronosticar otras enfermedades en el futuro.

**Palabras clave:** Rastreo de brotes de viruela del mono, enfermedad infecciosa, modelado estadístico, modelos de series temporales, modelos de conjunto, estadísticas de salud, toma de decisiones.