

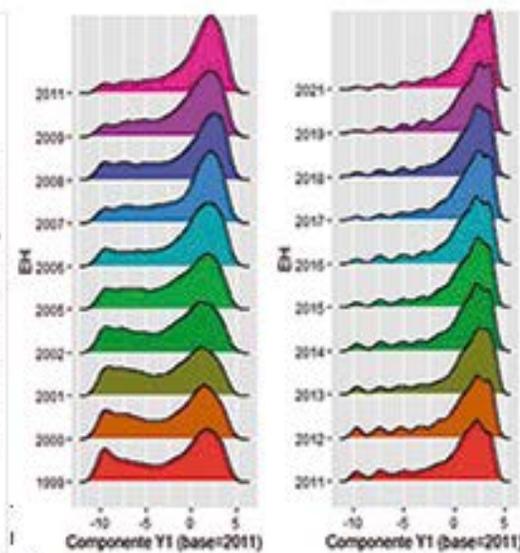
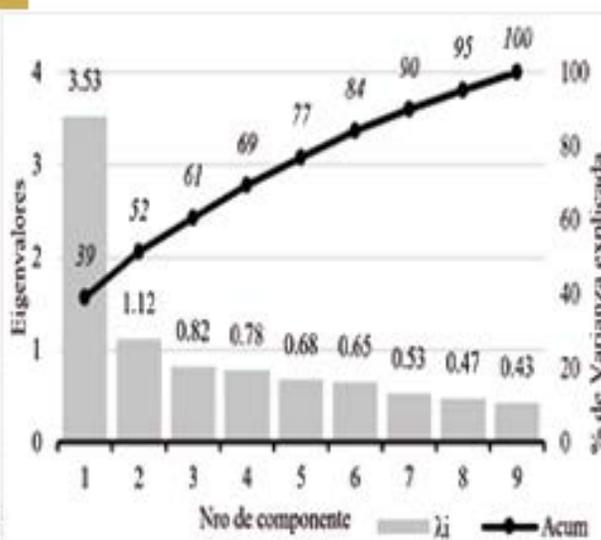
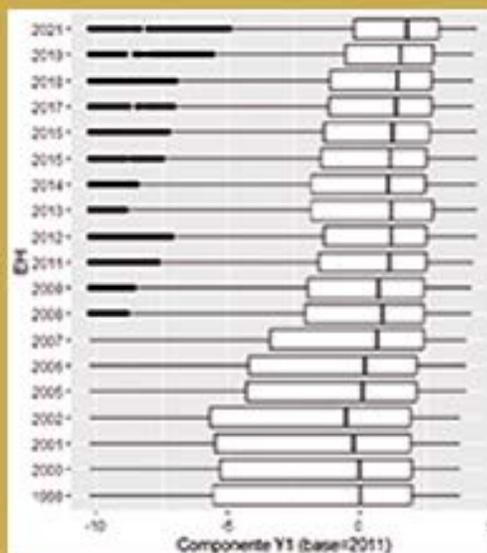


# Varianza No 21

Revista del Instituto de Estadística Teórica y Aplicada

DOI: <https://doi.org/10.53287/ygaa4750ba26d>

ISSN 2789-3529



UMSA  
 PCPN  
 CARRERA  
 ESTADÍSTICA

**IETA**  
 Instituto de Estadística  
 Teórica y Aplicada

$$\begin{aligned}
 &= E[(x-\mu)^2] \\
 &= E[x^2 - 2x\mu + \mu^2] \\
 &= E[x^2] - 2\mu E[x] + \mu^2 \\
 &= E[x^2] - 2\mu^2 + \mu^2 \\
 &= E[x^2] - \mu^2 \\
 &= E[x^2] - E[x]^2
 \end{aligned}$$



# *Varianza*

Revista de Investigación Científica del  
Instituto de Estadística Teórica y Aplicada

Número 21  
Abril, 2023  
La Paz - Bolivia

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Carrera de Estadística  
Instituto de Estadística Teórica y Aplicada (I.E.T.A.)

ISSN 2789-3510 VERSIÓN IMPRESA  
ISSN 2789-3529 VERSIÓN EN LÍNEA

**DEPÓSITO LEGAL**

4-1-285-2021 P.O.

**DOI**

<https://doi.org/10.53287/ygaa4750ba26d>

**REVISTA VARIANZA**

Nº 21 - Abril, 2023

**DIRECTOR CARRERA DE ESTADÍSTICA**

M. Sc. Juan Carlos Flores López

**DIRECTOR INSTITUTO DE ESTADÍSTICA TEÓRICA Y APLICADA**

Dr(c) Ramiro Coa Clemente

**DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO**

M. Zulema Vargas Cerrudo

*Los artículos presentados son entera responsabilidad de los autores*

VISIBILIDAD: REVISTAS BOLIVIANAS



La Paz - Bolivia  
Edificio Bloque FCPN - Campus Cota Cota  
Teléfonos: 2612824 -2612844  
Email: [ieta@umsa.bo](mailto:ieta@umsa.bo)  
Página web: <https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/revistavarianza>

# COMITÉ EDITORIAL

## EDITOR

**Ramiro Coa Clemente, Dr(c)**

(Estadístico, Demógrafo)

Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Estadística

Director del Instituto de Estadística Teórica y Aplicada

La Paz, Bolivia

E-mail: *rcoa@fcpn.edu.bo*

## COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

**Lizbeth Román Padilla, Ph.D.**

(Estadístico)

Universidad Anáhuac (Norte)

Ciudad de México, México

E-mail: *lizroman@hotmail.com*

**Yolanda M. Gómez Olmos, Dra.**

(Estadístico)

Universidad de Atacama

Atacama, Chile

E-mail: *yolanda.gomez@uda.cl*

**Luis M. Castro Cepero, Dr.**

(Estadístico)

Pontificia Universidad Católica de Chile

Santiago, Chile

E-mail: *mcastro@mat.uc.cl*

**Diego Gallardo Mateluna, Dr.**

(Estadístico)

Universidad de Atacama

Atacama, Chile

E-mail: *diego.gallardo@uda.cl*

**Luz Mery González García, Ph.D.**

(Estadístico)

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

E-mail: *lgonzalezg@unal.edu.co*

**Martha Patricia Bohorquez Castañeda, Ph.D.**

(Estadístico)

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

E-mail: *mpbohorquezc@unal.edu.co*

**Adriana D'Amelio, Mg.**

(Estadístico)

Universidad Nacional de Cuyo

Mendoza, Argentina

E-mail: *estat06@hotmail.com*

## **COMITÉ CIENTÍFICO NACIONAL**

**María Eugenia Aparicio Torrico, M.Sc.**

(Economista)

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho UAJMS

Tarija – Bolivia

E-mail: *apariciouajms@gmail.com*

**Arminda Flora Casso Lisarazu, M.Sc.**

(Economista)

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho UAJMS

Tarija – Bolivia

E-mail: *armindacasso@gmail.com*



## **PRESENTACIÓN**

*La Dirección del Instituto de Estadística Teórica y Aplicada (IETA), nuevamente tiene el agrado de presentar a la comunidad universitaria, a los profesionales y a la población en general la Edición No 21 de la Revista Varianza.*

*Deseamos expresar que continuamos con nuestro ahínco por cumplir con los requisitos exigidos para indexar nuestra Revista Varianza en la colección de revistas científicas SciELO Bolivia. Debemos y estamos cumpliendo con la publicación semestral de forma continua. Asimismo, deseamos informar que a partir de la presente edición, la Revista Varianza también es difundida a través del Sistema de Código Abierto (OJS, por sus siglas en inglés), un sistema apropiado para la gestión y publicación de revistas científicas en línea y que es usada por varias unidades de investigación de la Universidad Mayor de San Andrés. Puede acceder a esta página web a través de la dirección <https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/revistavarianza>.*

*Por último, nuevamente deseamos manifestar nuestro agradecimiento al grupo de profesionales que conforman el Comité Científico de la Revista Varianza por su preciada colaboración en la revisión y evaluación de los artículos científicos difundidos en la presente edición. Como también, nuestro agradecimiento a los autores de los artículos por publicar su trabajo científico en nuestra Revista.*

Dr(c) Ramiro Coa Clemente

**DIRECTOR INSTITUTO DE ESTADÍSTICA TEÓRICA Y APLICADA**



# ÍNDICE

## Artículos originales

|  |    |
|--|----|
| <b>¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?</b><br><i>Autor: Ramiro Coa Clemente</i> ..... | 1  |
| <b>Convergencia regional de hogares, Bolivia 1999-2021</b><br><i>Autor: Ronal Edwin Condori Huanca</i> .....                                 | 15 |
| <b>Construcción de la tabla de mortalidad materna en Panamá</b><br><i>Autores: Ana Isabel Olmedo et al.</i> .....                            | 23 |

## Nota científica

|  |    |
|--|----|
| <b>Análisis factorial exploratorio para la evaluación del instrumento de satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA</b><br><i>Autores: Ricardo Francisco Douglas Blackman et al.</i> ..... | 35 |
| <b>Instrucciones para autores</b> .....  | 45 |



# ¿CUÁL ES EL MODELO MÁS APROPIADO PARA ANALIZAR DATOS DE SOBREVIVENCIA INFANTIL EN BOLIVIA?

## WHAT IS THE MOST APPROPRIATE MODEL TO ANALYZE CHILD SURVIVAL DATA IN BOLIVIA?

Ramiro Coa Clemente<sup>1</sup>

Instituto de Estadística Teórica y Aplicada, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia

✉ [clementecoa@gmail.com](mailto:clementecoa@gmail.com)

Artículo recibido: 28-01-2023

Artículo aceptado: 03-04-2023

### RESUMEN

*El objetivo principal de este estudio es determinar cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia. Además del modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox, se evalúan tres modelos paramétricos: exponencial, Weibull y gamma generalizado. Para abordar el objetivo se comparan tres resultados: los coeficientes estimados a partir de los distintos modelos, la significancia de las covariables en términos del valor-p y el criterio de información de Akaike (AIC). Se concluye que el modelo Weibull es más apropiado que el modelo de Cox para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia, si bien ambos modelos conducen a resultados parecidos. También se recomienda contrastar siempre los resultados de los modelos paramétricos con los del modelo de Cox.*

**Palabras clave:** Modelo de Cox; Modelos paramétricos; Modelo más apropiado para datos de sobrevivencia.

### ABSTRACT

*The main objective of this study is to determine which is the most appropriate model to analyze child survival data in Bolivia. In addition to Cox's proportional hazards semiparametric model, three parametric models are evaluated: exponential, Weibull, and generalized gamma. To address the objective, three results are compared: the coefficients estimated from the different models, the significance of the covariates in terms of the p-value, and the Akaike Information Criterion (AIC). It is concluded that the Weibull model is more appropriate than the Cox model to analyze child survival data in Bolivia, although both models lead to similar results. It is also recommended to always contrast the results of the parametric models with those of the Cox model.*

**Keywords:** Cox model; Parametric models; Most appropriate model for survival data.

## 1. INTRODUCCIÓN

La literatura existente sobre el tema de análisis de sobrevivencia generalmente clasifica en tres grandes grupos a los distintos métodos de análisis de datos en esta área: no-paramétricos, semiparamétricos y paramétricos (Cleves, 2016). Los modelos no-paramétricos son libres de supuestos y de otros parámetros, lo cual es equivalente

a permitir que los resultados del análisis sean determinados completamente por los datos. Los modelos semiparamétricos se caracterizan porque no requieren de supuestos acerca de la distribución del tiempo transcurrido hasta la ocurrencia del evento; empero, debido a que se parametriza el efecto de las covariables, es decir, debido a que se incluye un componente paramétrico en el análisis, este tipo de modelos reciben tal

<sup>1</sup> Director del Instituto de Estadística Teórica y Aplicada (IETA), Carrera de Estadística, Universidad Mayor de San Andrés. ORCID: [0000-0002-2955-0204](https://orcid.org/0000-0002-2955-0204).

## ¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

denominativo. Los modelos paramétricos, sin embargo, requieren de un conjunto de supuestos acerca de la distribución de los tiempos de falla, por lo que los resultados del análisis son determinados por los supuestos y por sus cumplimientos, más que por los datos mismos.

Un método semiparamétrico muy importante tiene que ver con el modelo de regresión de riesgos proporcionales de Cox. La razón de su enorme popularidad es que este modelo no requiere que se elija una distribución de probabilidad particular para representar los tiempos de sobrevivencia, si bien se parametriza el efecto de las covariables. Otra innovación importante es que Cox propuso un nuevo método de estimación que posteriormente fue denominado verosimilitud parcial (Kalbfleisch and Prentice, 2002). Lo que es destacable o extraordinario de la verosimilitud parcial es que se puede estimar el vector de coeficientes del modelo de riesgos proporcionales sin tener que especificar la función de riesgo de línea de base. Otra interesante propiedad de los estimadores de verosimilitud parcial es que ellos dependen solo de los rangos de tiempos de falla, no de sus valores numéricos (Cleves, 2016). Sin embargo, algunos autores advierten que, a pesar de todas estas cualidades deseables, la regresión de Cox no debiera ser vista como el método universal para el análisis de regresión de datos de sobrevivencia. Hay situaciones en las que es preferible un método paramétrico.

Por otra parte, con relación a los modelos paramétricos, hay muchas distribuciones teóricas ampliamente usadas para describir los tiempos de sobrevivencia, los cuales dan origen a distintos modelos de regresión paramétricos. Entre ellos se pueden citar los modelos de regresión exponencial, Weibull, gamma generalizado, Gompertz, lognormal y loglogística (Kalbfleisch and Prentice,

2002). Algunos de estos modelos pueden ser planteados tanto en la métrica de tiempo de falla acelerado como en la métrica de riesgos proporcionales. Pero, un punto importante a resaltar sobre los modelos paramétricos es que requieren suponer una distribución de probabilidades para los tiempos de sobrevivencia y también requieren asumir alguna forma funcional para el riesgo de línea de base. Los resultados y conclusiones dependerán del grado de cumplimiento de esos supuestos.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es responder las siguientes dos interrogantes: (i) ¿cuán próximos son los resultados derivados con el modelo de Cox y con los modelos paramétricos? y, entre los modelos evaluados en este artículo, (ii) ¿cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

## 2. MÉTODO

### 2.1 Información

La única fuente de información en Bolivia que permite abordar el objetivo de este trabajo es la encuesta nacional de demografía y salud (ENDSA). En el país, tal encuesta se realizó en seis oportunidades, la última se llevó a cabo en el año 2016. Empero, en la encuesta del año 2016 se detectó algunos problemas en los datos referidos a historia de nacimientos, razón por la que se usa la información de la penúltima encuesta nacional de demografía y salud realizada en el año 2008.

La sección de historia de nacimientos de la ENSA de 2008 permite analizar el riesgo de muerte de los niños menores de un año (Coa y Ochoa, 2008). Se ha procesado el tiempo de vida durante el primer año de los niños nacidos vivos en los cinco años previos a la encuesta, es decir, el tiempo de vida durante

los primeros 11 meses después de haber nacido, para los 9.112 nacimientos en los 5 años previos a la encuesta. Adicionalmente, para cada nacimiento se tiene identificado su condición de sobrevivencia, es decir, si murió o estuvo vivo en el primer año de vida. En caso de haber muerto se tiene información de la edad a la que murió el niño, es decir el tiempo de vida; mientras en el caso de no haber muerto se tiene información de la edad en meses. Notar que una muerte representa la ocurrencia del evento, en cambio si el niño no ha muerto representa una censura por la derecha.

Adicionalmente, se han considerado 6 variables explicativas relacionadas con el tiempo de vida durante el primer año de vida: el nivel de educación de la madre, el quintil de riqueza del hogar, el sexo del niño, el área de residencia (urbano y rural), la edad de la madre y el departamento de residencia.

## 2.2 Modelos

Además del modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox, de la amplia variedad de modelos paramétricos que se encuentra en la literatura sobre análisis de sobrevivencia se han seleccionado tres: exponencial, Weibull y gamma generalizado. En un extremo, el modelo exponencial con un parámetro tiene asociado una función de riesgo de muerte constante en el tiempo y, en el otro extremo, el modelo gamma generalizado con tres parámetros es bastante flexible por adecuarse a diversas trayectorias de la función de riesgo. En una situación intermedia podría considerarse al modelo Weibull con dos parámetros.

### *El modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox*

Considerando que  $T$  representa una variable

de tiempo de falla absolutamente continua y  $t$  un valor de tal variable, el modelo de riesgos proporcionales de Cox (1972), para la persona  $j$ , se lo expresa como

$$h(t/X_j) = h_0(t) e^{X_j(t)\beta},$$

donde  $h_0(t)$  denota el riesgo de muerte de línea de base o riesgo de muerte común para todos los niños y que no es necesario especificarlo,  $X_j(t)$  es el vector de covariables para la persona  $j$  en el momento  $t$ ,  $\beta$  representa el vector de coeficientes de la regresión asociado a las covariables y  $h(t/X_j)$  representa el riesgo instantáneo de muerte en el momento  $t$  dada las características particulares de la persona  $j$ . En este modelo, las covariables actúan multiplicativamente sobre la función de riesgo. Si las covariables son independientes del tiempo, entonces el modelo se reduce a  $h(t/X_j) = h_0(t) e^{X_j\beta}$ .

Para estimar el vector de coeficientes  $\beta$  sólo se consideran los rangos de los tiempos de falla, no sus valores numéricos. Asumiendo que los datos de tiempos de falla son censurados a la derecha, la verosimilitud parcial (Kalbfleisch y Prentice, 2002) es expresada como

$$L(\beta) = \prod_{j=1}^k \frac{e^{X_j(t_j)\beta}}{\sum_{l \in R(t_j)} e^{X_l(t_j)\beta}}$$

donde  $R(t_j)$  representa el conjunto de personas en riesgo de muerte en el momento en que muere la persona  $j$  y  $k$  es el número de tiempos de falla o muerte no-censuradas, esto es,  $t_1 < \dots < t_k$ , ignorando por el momento el caso de empates. Los restantes  $n-k$  individuos son censurados a la derecha, donde  $n$  es el tamaño de muestra. El vector de estimadores de máxima verosimilitud de

## ¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

$\beta$ , denotado por  $\hat{\beta}$ , es la solución de un sistema de ecuaciones no-lineales.

El modelo de riesgos proporcionales de Cox asume que la razón de riesgos de dos personas  $j$  y  $m$  son proporcionales, esto es, la razón

$$\frac{h(t/X_j)}{h(t/X_m)} = \frac{e^{X_j\beta}}{e^{X_m\beta}}$$

es constante en el tiempo. En la aplicación se recurre a una prueba formal para evaluar este supuesto.

### **Los modelos paramétricos exponencial, Weibull y gamma generalizado**

Además del modelo de Cox, en este trabajo se consideran tres modelos paramétricos: exponencial, Weibull y gamma generalizado. Los primeros dos pueden modelarse tanto en términos de riesgo de muerte instantáneo (denominado modelo de riesgos proporcionales) como en términos del logaritmo natural del tiempo de sobrevivencia (denominado tiempo de falla acelerado); en cambio, el modelo gamma generalizado sólo puede formularse en términos del logaritmo natural del tiempo de sobrevivencia. Estos tres modelos son expresados en el Cuadro 1.

Si bien los dos modelos paramétricos de riesgos proporcionales del Cuadro 1 (exponencial y Weibull) tienen la misma forma funcional que el modelo semiparamétrico de Cox, es importante notar que en el caso paramétrico se define una función para el riesgo de línea de base  $h_0$ , mientras que en el modelo de Cox no es necesario especificar su forma funcional. Por otra parte, para los tres modelos paramétricos de tiempo de

falla acelerado también expuestos en el Cuadro 1, el término  $\ln \varepsilon_j$  representa el error aleatorio del modelo. Estos modelos requieren definir alguna distribución de probabilidades para este término (o para  $\varepsilon_j$ ) y, consecuentemente, se tiene una distribución correspondiente para el tiempo de sobrevivencia.

Las funciones de verosimilitud de los modelos paramétricos, independientemente del caso particular, tienen la misma forma general (Cleves et al, 2016):

$$L(\beta, \theta) = \prod_{j=1}^n \frac{S(t_j/X'_j \beta, \theta)^{1-d_j} f(t_j/X'_j \beta, \theta)^{d_j}}{S(t_{0j}/X'_j \beta, \theta)}$$

donde  $f()$  es la función de densidad de la distribución asumida,  $S()$  es la correspondiente función de sobrevivencia,  $\beta$  es el vector de coeficientes asociado al vector  $X$ ,  $\theta$  es el vector de parámetros auxiliares,  $d_j$  es un indicador de que el niño murió ( $d_j = 1$ ) o quedó censurado ( $d_j = 0$ ) y  $n$  es el tamaño de muestra. Diferente de lo que acontece en el modelo de Cox, en el que la magnitud del tiempo de sobrevivencia no importa, en los modelos paramétricos sí importa la magnitud o los valores de los tiempos de sobrevivencia y, en particular, interesa el momento en que se ingresa al estudio. Por esta razón, la función de verosimilitud para el niño  $j$  incluye el término  $S(t_{0j}/X'_j \beta, \theta)$  en su denominador. Cuando  $t_{0j} = 0$ ,  $S(t_{0j}/X'_j \beta, \theta) = 1$ . El vector de estimadores de máxima verosimilitud de  $\beta$  también se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones no lineales con métodos iterativos.

**Cuadro 1.**  
Tres Modelos de Regresión Paramétricos para ser Comparados con el Modelo de Cox

| Modelo de Regresión | Métrica | Modelo   | Parametrización   | Parámetro Auxiliar   |
|---------------------|---------|--|---|----------------------|
| Exponencial         | RP      | $h(t_j) = h_0(t)e^{X_j'\beta}$                   | $h_0(t) = 1$<br>$\lambda_j = e^{X_j'\beta}$ escala  | —                    |
|                     | TFA     | $\ln t_j = X_j'\beta + \ln \varepsilon_j$        | $t_j \sim E(\lambda_j = e^{-X_j'\beta})$<br>$\lambda_j$ escala  | —                    |
| Weibull             | RP      | $h(t_j) = h_0(t)e^{X_j'\beta}$                   | $h_0(t) = pt^{p-1}$<br>$\lambda_j = e^{X_j'\beta}$<br>$\lambda_j$ escala<br>$p$ forma   | $p$                  |
|                     | TFA     | $\ln t_j = X_j'\beta + \sigma \ln \varepsilon_j$ | $t_j \sim W(\lambda_j, p)$<br>$\lambda_j = e^{-pX_j'\beta}$ escala<br>$p = \frac{1}{\sigma}$ forma<br>$\sigma$ escala   | $p$                  |
| Gamma Generalizado  | TFA     | $\ln t_j = X_j'\beta + \sigma \ln \varepsilon_j$ | $t_j \sim GG(\lambda_j, \alpha, \gamma)$<br>$\lambda_j = e^{-X_j'\beta}$ escala<br>$\alpha = \frac{\delta}{\sigma}$ forma<br>$\gamma = \frac{1}{\delta^2}$ forma<br>$\sigma$ escala | $\sigma$<br>$\delta$ |

RP: Riesgos proporcionales

TFA: Tiempo de falla acelerado

### 2.3 Criterios para comparación de resultados

Para lograr el objetivo de este artículo se usan tres criterios: (i) la comparación de los coeficientes estimados con los distintos modelos, (ii) la comparación de la significancia de las covariables en términos del valor-p y (iii) el criterio de información de Akaike (AIC). Para comparar tanto los coeficientes estimados como los valores-p, se obtiene la diferencia relativa absoluta (DRA) para la  $j$ -ésima covariable, definida como

$$DRA_j = \left| \frac{Y_j^{\text{modelo 1}} - Y_j^{\text{modelo 2}}}{Y_j^{\text{modelo 2}}} * 100 \right|,$$

donde  $Y_j$  representa el coeficiente estimado o el valor-p asociado a la covariable  $j$  en el modelo. La diferencia relativa absoluta promedio, DRAP, es simplemente el promedio aritmético de las  $DRA_j$ , esto es,  $DRAP = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p DRA_j$ , denotando  $p$  el número de coeficientes estimados en el modelo. En cambio, para obtener el AIC se usa la siguiente expresión

$$AIC = -2 \ln L + 2(p + c),$$

denotando  $c$  el número de parámetros de la distribución específica al modelo. Un valor más pequeño del AIC sugiere mejor ajuste del modelo.

## ¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

**Cuadro 2**  
**Coefficientes Estimados con Distintos Modelos de Regresión**

| Variable/Categoría        | Modelo            |                                    |        |                                |             |                                      |
|---------------------------|-------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------------------------|
|                           | Cox<br>RP<br>(rr) | Exponencial<br>RP TFA<br>(rr) (rt) |        | Weibull<br>RP TFA<br>(rr) (rt) |             | Gamma<br>Generalizado<br>TFA<br>(rt) |
| <b>Nivel de Educación</b> |                   |                                    |        |                                |             |                                      |
| sin educación             | 3,11              | 3,28                               | 0,30   | 3,18                           | 0,01        | 0,01                                 |
| primaria                  | 1,73              | 1,75                               | 0,57   | 1,74                           | 0,09        | 0,09                                 |
| secundaria                | 1,46              | 1,48                               | 0,68   | 1,46                           | 0,20        | 0,20                                 |
| <b>Quintil de Riqueza</b> |                   |                                    |        |                                |             |                                      |
| Q. más pobre              | 1,39              | 1,41                               | 0,71   | 1,40                           | 0,24        | 0,25                                 |
| Q. pobre                  | 1,21              | 1,22                               | 0,82   | 1,21                           | 0,43        | 0,45                                 |
| Q. medio                  | 0,85              | 0,84                               | 1,19   | 0,85                           | 2,05        | 2,08                                 |
| Q. rico                   | 0,72              | 0,71                               | 1,40   | 0,72                           | 4,07        | 4,06                                 |
| <b>Sexo del Niño</b>      |                   |                                    |        |                                |             |                                      |
| hombre                    | 1,27              | 1,27                               | 0,79   | 1,27                           | 0,36        | 0,37                                 |
| <b>Área de Residencia</b> |                   |                                    |        |                                |             |                                      |
| urbano                    | 1,09              | 1,10                               | 0,91   | 1,09                           | 0,68        | 0,70                                 |
| <b>Edad de la Madre</b>   | 0,99              | 0,99                               | 1,01   | 0,99                           | 1,03        | 1,03                                 |
| <b>Departamento</b>       |                   |                                    |        |                                |             |                                      |
| Chuquisaca                | 0,66              | 0,66                               | 1,52   | 0,66                           | 5,87        | 5,85                                 |
| La Paz                    | 1,74              | 1,77                               | 0,57   | 1,75                           | 0,09        | 0,09                                 |
| Cochabamba                | 1,58              | 1,60                               | 0,62   | 1,58                           | 0,14        | 0,14                                 |
| Oruro                     | 1,63              | 1,66                               | 0,60   | 1,63                           | 0,12        | 0,13                                 |
| Potosí                    | 1,97              | 2,00                               | 0,50   | 1,99                           | 0,05        | 0,06                                 |
| Tarija                    | 0,78              | 0,78                               | 1,28   | 0,78                           | 2,86        | 2,92                                 |
| Santa Cruz                | 0,75              | 0,74                               | 1,35   | 0,75                           | 3,52        | 3,52                                 |
| Beni                      | 0,71              | 0,70                               | 1,42   | 0,71                           | 4,32        | 4,25                                 |
| Constante                 | -                 | 0,00225                            | 444,66 | 0,01230                        | 157000000,0 | 70400000,0                           |

Fuente: Elaboración propia

RP = riesgos profesionales, TFA = tiempo de falla acelerado

rr = razón de riesgos, rt = razón de tiempos

### 3. RESULTADOS

#### *Comparación basada en el primer criterio:*

En el Cuadro 2 se presentan los coeficientes estimados con distintos modelos de regresión. Los valores de las tres columnas resaltadas con rojo son directamente comparables. Esto es, permiten comparar los coeficientes de los modelos expresados en términos de razón de riesgos.

En general, las diferencias relativas absolutas

entre los coeficientes estimados a partir de los modelos exponencial, Weibull y Cox son pequeñas. Sin embargo, las diferencias entre los coeficientes de los modelos Cox y Weibull son mucho más pequeñas que las diferencias entre los coeficientes de los modelos Cox y exponencial. En efecto, para el primer caso, la diferencia relativa absoluta promedio es sólo 0.4 por ciento, mientras para el segundo caso asciende a 1.2 por ciento (Cuadro 2a). La razón por la que los coeficientes del modelo de Cox

son más próximos a los del modelo Weibull que a los del modelo exponencial se debe a que la distribución exponencial tiene una tasa instantánea de riesgo de muerte constante en el tiempo, mientras la evolución de esta tasa para la distribución Weibull es más flexible,

puede ser creciente o decreciente, motivo por el que esta distribución se acomoda mucho más que la exponencial a los datos reales, al menos en el caso boliviano. En suma, los coeficientes de los modelos Cox y Weibull son los más parecidos.

**Cuadro 2a.**  
**Diferencias Relativas Absolutas entre los Coeficientes de Distintos Modelos**

| Variable/<br>Categoría    | Cox<br>v.s.<br>Exponencial<br>(rr) | Cox<br>v.s.<br>Weibull<br>(rr) | Exponencial<br>v.s.<br>Gamma<br>Generalizado<br>(rt) | Weibull<br>v.s.<br>Gamma<br>Generalizado<br>(rt) |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| <b>Nivel de Educación</b> |                                    |                                |  |  |
| sin educación             | 5,5                                | 2,2                            | 97,4   | 12,8   |
| primaria                  | 1,0                                | 0,3                            | 84,0   | 1,8  |
| secundaria                | 1,6                                | 0,2                            | 71,0   | 0,7  |
| <b>Quintil de Riqueza</b> |                                    |                                |  |  |
| Q. más pobre              | 1,1                                | 0,2                            | 64,6   | 5,2  |
| Q. pobre                  | 0,6                                | 0,0                            | 44,7   | 4,3  |
| Q. medio                  | 1,0                                | 0,3                            | 74,5   | 1,5  |
| Q. rico                   | 1,5                                | 0,4                            | 189,6  | 0,2  |
| <b>Sexo del Niño</b>      |                                    |                                |  |  |
| hombre                    | 0,3                                | 0,2                            | 53,1   | 2,9  |
| <b>Área de Residencia</b> |                                    |                                |  |  |
| urbano                    | 0,5                                | 0,0                            | 23,6   | 1,6  |
| <b>Edad de la Madre</b>   | 0,3                                | 0,0                            | 2,4  | 0,0  |
| <b>Departamento</b>       |                                    |                                |  |  |
| Chuquisaca                | 0,6                                | 0,0                            | 285,5  | 0,3  |
| La Paz                    | 1,5                                | 0,8                            | 83,5   | 4,2  |
| Cochabamba                | 1,4                                | 0,4                            | 77,2   | 2,6  |
| Oruro                     | 1,6                                | 0,2                            | 79,1   | 3,6  |
| Potosí                    | 1,7                                | 0,9                            | 88,9   | 5,0  |
| Tarija                    | 0,2                                | 0,1                            | 128,8  | 2,1  |
| Santa Cruz                | 0,7                                | 0,2                            | 160,6  | 0,2  |
| Beni                      | 1,4                                | 0,3                            | 198,8  | 1,7  |
| <b>Promedio</b>           | <b>1,2</b>                         | <b>0,4</b>                     | <b>100,4</b>   | <b>2,8</b>                                       |

Fuente: Elaboración propia

rr = razón de riesgos, rt = razón de tiempos

Cabe notar que, si bien los coeficientes del modelo gamma generalizado no son comparables a los del modelo de Cox por estar representados en distintas métricas, se puede

percibir la similitud entre los coeficientes de los modelos gamma generalizado y Weibull cuando se hace la comparación en la métrica de tiempo de falla acelerado (Cuadro 2).

## ¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

En cambio, los coeficientes del modelo exponencial distan considerablemente de los correspondientes a estos modelos; por ejemplo, la diferencia relativa absoluta promedio entre los coeficientes de los modelos exponencial y gamma generalizado es muy alta, 100.4 por ciento (Cuadro 2a). De todas maneras, la utilidad de haber incorporado el modelo gamma generalizado en el análisis se verá más adelante.

**Cuadro 3**  
Valores-p para los Coeficientes Estimados con Distintos Modelos de Regresión

| Variable/Categoría        | Modelo            |  |       |                                      |       |                                      |
|---------------------------|-------------------|--|-------|--------------------------------------|-------|--------------------------------------|
|                           | Cox<br>RP<br>(rr) | Exponencial<br>RP<br>(rr)    TFA<br>(rt) |       | Weibull<br>RP<br>(rr)    TFA<br>(rt) |       | Gamma<br>Generalizado<br>TFA<br>(rt) |
| <b>Nivel de Educación</b> |                   |  |       |                                      |       |                                      |
| sin educación             | 0,000             | 0,000                                    | 0,000 | 0,000                                | 0,000 | 0,000                                |
| primaria                  | 0,023             | 0,021                                    | 0,021 | 0,023                                | 0,024 | 0,023                                |
| secundaria                | 0,115             | 0,101                                    | 0,101 | 0,113                                | 0,114 | 0,113                                |
| <b>Quintil de Riqueza</b> |                   |  |       |                                      |       |                                      |
| Q. más pobre              | 0,253             | 0,238                                    | 0,238 | 0,250                                | 0,250 | 0,264                                |
| Q. pobre620               | 0,463             | 0,449                                    | 0,449 | 0,463                                | 0,463 | 0,482                                |
| Q. medio                  | 0,481             | 0,455                                    | 0,455 | 0,474                                | 0,475 | 0,464                                |
| Q. rico                   | 0,180             | 0,161                                    | 0,161 | 0,174                                | 0,175 | 0,175                                |
| <b>Sexo del Niño</b>      |                   |  |       |                                      |       |                                      |
| hombre                    | 0,019             | 0,018                                    | 0,018 | 0,018                                | 0,019 | 0,021                                |
| <b>Área de Residencia</b> |                   |  |       |                                      |       |                                      |
| urbano                    | 0,621             | 0,600                                    | 0,600 | 0,620                                | 0,620 | 0,630                                |
| <b>Edad de la Madre</b>   | 0,304             | 0,142                                    | 0,142 | 0,278                                | 0,278 | 0,271                                |
| <b>Departamento</b>       |                   |  |       |                                      |       |                                      |
| Chuquisaca                | 0,244             | 0,238                                    | 0,238 | 0,244                                | 0,245 | 0,245                                |
| La Paz                    | 0,062             | 0,056                                    | 0,056 | 0,059                                | 0,060 | 0,063                                |
| Cochabamba                | 0,134             | 0,122                                    | 0,122 | 0,131                                | 0,132 | 0,136                                |
| Oruro                     | 0,124             | 0,112                                    | 0,112 | 0,123                                | 0,124 | 0,129                                |
| Potosí                    | 0,025             | 0,021                                    | 0,021 | 0,023                                | 0,024 | 0,026                                |
| Tarija                    | 0,501             | 0,505                                    | 0,505 | 0,503                                | 0,504 | 0,495                                |
| Santa Cruz                | 0,361             | 0,349                                    | 0,349 | 0,358                                | 0,358 | 0,0359                               |
| Beni                      | 0,357             | 0,337                                    | 0,337 | 0,353                                | 0,353 | 0,358                                |
| Constante                 | -                 | 0,000                                    | 0,000 | 0,000                                | 0,000 | 0,000                                |

Fuente: Elaboración propia

RP = riesgos profesionales, TFA = tiempo de falla acelerado

rr = razón de riesgos, rt = razón de tiempos

**Comparación basada en el segundo criterio:** el modelo gamma generalizado. La comparación se hace en términos del valor-p. Por otra parte, el Cuadro 3 permite comparar la significancia de cada una de las variables para los distintos tipos de modelos, incluido el modelo gamma generalizado. La comparación se hace en términos del valor-p. Notar que todos los valores-p en el Cuadro 3 son comparables. Se puede observar que los valores-p para el modelo de Cox son mucho

más parecidos a los del modelo Weibull que a los valores-p de los modelos exponencial y gamma generalizado. En efecto, la diferencia relativa absoluta promedio entre los valores-p para los modelos Cox y Weibull es sólo 2.2 por ciento, inferior a la diferencia promedio entre los valores-p para las otras comparaciones de modelos (Cuadro 3a).

Con base en este segundo criterio, nuevamente los modelos de Cox y Weibull presentan los mayores parecidos. Consecuentemente, las

conclusiones a cerca de la significancia de efectos de las covariables son las mismas. Por ejemplo, para un nivel de significancia de 5 por ciento, el riesgo de muerte infantil para niños de madres sin educación es un poco más de tres veces que para niños de madres con educación superior (primera fila de Cuadro 3), una diferencia altamente significativa que es revelada con ambos modelos (Cox y Weibull), incluso con el modelo exponencial, puesto que se registra un valor-p = 0 (primera fila de Cuadro 3a).

**Cuadro 3a.**  
**Diferencias Relativas Absolutas entre los Valores-p de Distintos Modelos**

| Variable/<br>Categoría    | Cox<br>v.s.<br>Exponencial | Cox<br>v.s.<br>Weibull | Cox<br>v.s.<br>Gamma<br>Generalizado | Weibull<br>v.s.<br>Gamma<br>Generalizado |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|
| <b>Nivel de Educación</b> |                            |                        |                                      |  |
| sin educación             | 0,0                        | 0,0                    | 0,0                                  | 0,0                                      |
| primaria                  | 8,7                        | 0,0                    | 0,0                                  | 4,2                                      |
| secundaria                | 12,2                       | 1,7                    | 1,7                                  | 0,9                                      |
| <b>Quintil de Riqueza</b> |                            |                        |                                      |  |
| Q. más pobre              | 5,9                        | 1,2                    | 4,3                                  | 5,6                                      |
| Q. pobre                  | 3,0                        | 0,0                    | 4,1                                  | 4,1                                      |
| Q. medio                  | 5,4                        | 1,5                    | 3,5                                  | 2,3                                      |
| Q. rico                   | 10,6                       | 3,3                    | 2,8                                  | 0,0                                      |
| <b>Sexo del Niño</b>      |                            |                        |                                      |  |
| hombre                    | 5,3                        | 5,3                    | 10,5                                 | 10,5                                     |
| <b>Área de Residencia</b> |                            |                        |                                      |  |
| urbano                    | 3,4                        | 0,2                    | 1,4                                  | 1,6                                      |
| <b>Edad de la Madre</b>   | 53,3                       | 8,6                    | 10,9                                 | 2,5                                      |
| <b>Departamento</b>       |                            |                        |                                      |  |
| Chuquisaca                | 2,5                        | 0,0                    | 0,4                                  | 0,0                                      |
| La Paz                    | 9,7                        | 4,8                    | 1,6                                  | 5,0                                      |
| Cochabamba                | 9,0                        | 2,2                    | 1,5                                  | 3,0                                      |
| Oruro                     | 9,7                        | 0,8                    | 4,0                                  | 4,0                                      |
| Potosí                    | 16,0                       | 8,0                    | 4,0                                  | 8,3                                      |
| Tarija                    | 0,8                        | 0,4                    | 1,2                                  | 1,8                                      |
| Santa Cruz                | 3,3                        | 0,8                    | 0,6                                  | 0,3                                      |
| Beni                      | 5,6                        | 1,1                    | 0,3                                  | 1,4                                      |
| <b>Promedio</b>           | <b>9,1</b>                 | <b>2,2</b>             | <b>2,9</b>                           | <b>3,1</b>                               |

Fuente: Elaboración propia

## ¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

### **Comparación basada en el tercer criterio:**

En el Cuadro 4 se exhiben los resultados relativos al tercer criterio de comparación, el índice AIC. El valor más pequeño de este índice corresponde al modelo Weibull (5140,6), valor muy por debajo del correspondiente al modelo de Cox (7130,4), incluso levemente inferior al valor del

índice para el modelo gamma generalizado (5144,9). En consecuencia, el modelo paramétrico Weibull es más apropiado que el modelo semiparamétrico de Cox, incluso más apropiado que los otros dos modelos paramétricos para analizar los datos de sobrevivencia infantil en Bolivia.

**Cuadro 4**  
**Valores de AIC para distintos modelos**

| Modelo             | Métrica | Log-verosimilitud | p  | c | AIC    |
|--------------------|---------|-------------------|----|---|--------|
| Cox                | RP      | -3547,19          | 18 | 0 | 7130,4 |
| Exponencial        | RP      | -3308,90          | 18 | 1 | 6655,8 |
|                    | TFA     | -3308,90          | 18 | 1 | 6655,8 |
| Weibull            | RP      | -2550,29          | 18 | 2 | 5140,6 |
|                    | TFA     | -2550,29          | 18 | 2 | 5140,6 |
| Gamma Generalizado | TFA     | -2551,45          | 18 | 3 | 5144,9 |

Fuente: Elaboración propia

RP = riesgos proporcionales, TFA= tiempo de falla acelerado

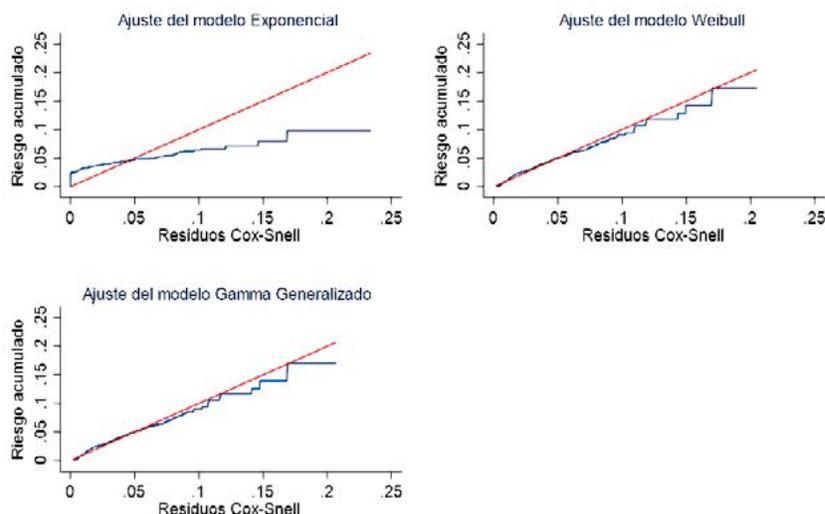
### **Evaluación de supuestos:**

Para evidenciar el cumplimiento del supuesto de riesgos proporcionales en el modelo de Cox, cada una de las covariables se interactuó con el tiempo y se comprobó que los efectos de estas variables interactuadas no son estadísticamente distintos de cero (valor-p = 0.0954), un resultado que corrobora el cumplimiento del supuesto. Adicionalmente, el test basado en los residuos de Schoenfeld también confirma el supuesto de riesgos proporcionales, puesto que para 17 de las 18 covariables en el modelo su valor-p es superior a 0.05.

Para evaluar la bondad de ajuste a los datos de cada uno de los tres modelos paramétricos (exponencial, Weibull y gamma generalizado) se usaron los residuos de Cox-Snell. Si el modelo paramétrico Weibull, por ejemplo, es apropiado para los datos analizados, se esperaría que los residuos de Cox-Snell se comporten como una muestra

censurada proveniente de la distribución Weibull, en cuyo caso, un gráfico del riesgo acumulado basado en estos residuos debería aproximarse a una línea recta a través del origen (Kalbfleisch and Prentice, 2002). Basado en este criterio, el Gráfico 1 muestra la bondad de ajuste de los tres modelos de sobrevivencia paramétricos. Claramente se puede advertir que el modelo paramétrico exponencial – tanto de riesgos proporcionales como de tiempo de falla acelerado – no se ajusta a los datos, mientras el gráfico sugiere un buen ajuste de los modelos Weibull y gamma generalizado. Este último resultado es coherente con los valores del índice AIC (Cuadro 4). En efecto, los valores del índice para los modelos Weibull y gamma generalizado son muy próximos, si bien el valor del AIC correspondiente al modelo Weibull es levemente inferior. En suma, a partir del Gráfico 1, ambos modelos, Weibull y gamma generalizado, se ajustan bastante bien a los datos.

Gráfico 1  
Evaluación de Bondad de Ajuste de Tres Modelos Paramétricos



Fuente: Elaboración propia

#### 4. CONCLUSIÓN

A partir de los dos primeros criterios de comparación (similitud de los coeficientes en términos de razón de riesgos y similitud de los valores-p), se pudo evidenciar que los modelos Cox y Weibull proporcionan los resultados más parecidos cuando se analiza datos de supervivencia infantil en el caso boliviano. Empero, con base en el tercer criterio de comparación (el índice AIC), el modelo Weibull es más apropiado que el modelo de Cox para analizar esos datos, incluso más apropiado que los otros dos modelos paramétricos evaluados en este artículo (exponencial y gamma generalizado).

#### 5. DISCUSIÓN

Varios estudios se han realizado, principalmente en el área médica, con el propósito de encontrar el modelo de regresión más apropiado para el análisis de datos de supervivencia. Por ejemplo, en el estudio de Hosseini y Taghi (2017) se compararon los resultados del modelo de regresión de Cox con los de varios modelos paramétricos en la

evaluación de la supervivencia de niños con leucemia aguda en el sur de Irán. Se concluyó que los modelos de regresión paramétrica demostraron un mejor rendimiento que el modelo de Cox para identificar factores de riesgo y recomiendan que no se deben ignorar los modelos paramétricos. En el estudio realizado por Amin et al (2007) también se comparó el modelo de Cox con varios modelos paramétricos para analizar datos de supervivencia de pacientes con cáncer gástrico en el hospital Taleghani de Tehran. En este estudio se concluyó que, entre los modelos paramétricos, los datos respaldaron el modelo log-normal y que éste puede conducir a resultados más precisos como una alternativa a Cox. Otros estudios también demostraron que los métodos paramétricos tienen mejor desempeño que el modelo de Cox. Wang et al (2022) compararon los resultados del modelo de Cox con los de varios modelos paramétricos en el análisis de supervivencia de variantes genéticas en el gen Hnf1b relacionado con la edad de aparición del cáncer, se concluyó que el modelo Weibull es el mejor para el análisis de sus datos. También hay estudios

## ¿Cuál es el modelo más apropiado para analizar datos de sobrevivencia infantil en Bolivia?

que recomiendan contrastar siempre los resultados de un análisis paramétrico con los del modelo de Cox. Por ejemplo, Nardi y Schemper (2003), en su estudio de análisis de sobrevivencia con conjuntos de datos de diferentes pruebas clínicas realizadas en la escuela médica de la universidad de Vienna, concluyeron que los resultados de un análisis paramétrico deben ser contrastados siempre con los del modelo de Cox.

En síntesis, con base en las conclusiones de estos y otros estudios, en algunas situaciones particulares los modelos paramétricos

podrían tener mejor desempeño que el modelo de Cox y, en otras, a la inversa. Por esta experiencia, la recomendación más apropiada es contrastar siempre los resultados de los modelos paramétricos con los del modelo de Cox. En el presente artículo, luego de tal contraste, se pudo evidenciar que el modelo de regresión paramétrico Weibull tuvo el mejor desempeño.

### CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara que no hay conflicto de intereses con respecto a la publicación de este documento

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Amin P. M., Hajizadeh E., Moghimi D. B., Safae A., Abadi A. and Reza Z. M. (2007). Comparison of Cox Regression and Parametric Models for Survival of Patients with Gastric Carcinoma. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, Vol. 8:412-416.  
[http://journal.waocp.org/article\\_24627\\_ebe3312e5286863e0b3f2b84277d66fb.pdf](http://journal.waocp.org/article_24627_ebe3312e5286863e0b3f2b84277d66fb.pdf)
- Bradburn M.J., Clark T.G., Love S.B and Altman, D.G. (2003). Survival Analysis Part II: Multivariate Data Analysis – An Introduction to Concepts and Methods. *British Journal of Cancer* 89: 431 – 436.
- Collett, D. (1994). *Modelling Survival Data in Medical Research*. Chapman Hall, London, U.K.
- Cleves M., Gould W, and Marchenko Y. (2016). *An Introduction to Survival Analysis*. Stata Press, Revised Third Edition.
- Coa R. y Ochoa L. (2008). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2008*. Informe Final.
- Cox, D.R. (1972). Regression Models and Life-Tables. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 34: 187-220.
- Cox, D.R. and Oakes, D. (1984). *Analysis of Survival Data*. Chapman Hall, London, U.K.
- De Pascoa M., Ortega E. and Cordeiro G. (2011). The Kumaraswamy generalized gamma distribution with application in survival análisis. *Statistical Methodology* 8:411-433.  
<https://web.stanford.edu/~lutian/coursepdf/reading-generalized-gamma.pdf>
- Efron B. (1977). The Eciency of Cox's Likelihood Function for Censored Data. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 72:557 – 565.  
<http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/hanley/bios601/SurvivalAnalysis/Efron1977jasa.pdf>
- Elandt-johnson, R.C. and Johnson, N.L. (1980). *Survival Models and Data Analysis*. Wiley, New York

- Hosseini T. S., Taghi A. S. (2017). Comparison of Cox Regression and Parametric Models: Application for Assessment of Survival of Pediatric Cases of Acute Leukemia in Southern Iran. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, Vol. 18(4):981-985.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5494248/>
- Kalbfleisch J. D., Prentice R. L. (2002). *The Statistical Analysis of Failure Time Data*. Wiley, New York.
- Kleinbaum, D.G., Klein, M. (2012). *Survival Analysis*. Springer, 3ra Ed.
- Kumar P., Vijay M. P, Vanita N., Amit J., Atanu B., (2016). Bayesian Accelerated Failure Time and its Application in Chemotherapy Drug Treatment Trial. *Statistics in Transition New Series*, Vol. 17, No. 4, pp. 671–690.
- Nardi A. and Schemper M. (2003). Comparing Cox and Parametric Models in Clinical Studies. *Statistics in Medicine*, Vol. 22:3597-3610.  
[https://cemsii.meduniwien.ac.at/fileadmin/user\\_upload/imported/fileadmin/msi\\_akim/CeMSIIS/KB/volltexte/Nardi\\_Schemper\\_2003\\_Statistics\\_in\\_Medicine.pdf](https://cemsii.meduniwien.ac.at/fileadmin/user_upload/imported/fileadmin/msi_akim/CeMSIIS/KB/volltexte/Nardi_Schemper_2003_Statistics_in_Medicine.pdf)
- Oxford Spring School. (2007). *An Introduction to Event History Analysis*.  
[https://spia.uga.edu/faculty\\_pages/rbakker/pols8501/OxfordTwoNotes.pdf](https://spia.uga.edu/faculty_pages/rbakker/pols8501/OxfordTwoNotes.pdf)
- SAS/STAT 13.2. (2014). *User's Guide The Phreg Procedure*. SAS Institute Inc.
- Srividhya K. and Radhika A. (2019). Comparison of Different Parametric Modeling for Time-to-Event Data among Cancer Patients. *International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences* Vol. 6:187-192.  
[https://www.isroset.org/pub\\_paper/IJSRMSS/23-IJSRMSS-01716.pdf](https://www.isroset.org/pub_paper/IJSRMSS/23-IJSRMSS-01716.pdf)
- Stevenson M. (2007). *An Introduction to Survival Analysis*. EpiCentre, IVABS, Massey University.  
[http://www.biecek.pl/statystykaMedyczna/Stevenson\\_survival\\_analysis\\_195.721.pdf](http://www.biecek.pl/statystykaMedyczna/Stevenson_survival_analysis_195.721.pdf)
- Stata. (2019). *Statistical Software*. College Station, TX: StataCorp LLC.
- Wang K., Liu X., Pan Y., Owusu D. and Xu C. (2022). Comparison of Cox Regression and Parametric Models for Survival Analysis of Genetic Variants in Hnf1b Gene Related to Age at Onset of Cancer. *Journal of Data Science*, Vol. 15: 423-442.  
<https://jds-online.org/journal/JDS/article/508>



# CONVERGENCIA REGIONAL DE HOGARES, BOLIVIA 1999-2021

## REGIONAL CONVERGENCE OF HOUSEHOLDS, BOLIVIA 1999-2021

Ronal Edwin Condori Huanca<sup>1</sup>

Carrera de Estadística, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

✉ [ronal.c.huanca@gmail.com](mailto:ronal.c.huanca@gmail.com)

Artículo recibido: 20-01-2023

Artículo aceptado: 25-03-2023

---

### RESUMEN

*La convergencia regional es un tema ampliamente abordado, sin embargo, el análisis en el caso boliviano se restringe a indicadores macroeconómicos como el PIB per cápita, o el índice de NBI. En el presente trabajo se describe la existencia de la convergencia de tipo sigma ( $\sigma$ ) y la convergencia beta ( $\beta$ ), utilizando los métodos convencionales, y complementando con el manejo de datos de panel basándonos en el Índice de Riqueza (IR) en base al Análisis de Componentes Principales (ACP) usando variables del hogar y de la población. Permitiendo demostrar la existencia de convergencia de tipo sigma entre departamentos, basada en diferentes medidas de dispersión, además de verificar la evidencia estadísticamente significativa de convergencia absoluta de tipo beta, no así la convergencia condicional para el periodo 1999-2021.*

**Palabras clave:** Convergencia, panel, riqueza, hogares

### ABSTRACT

*Regional convergence is a widely discussed topic, however, the analysis in the Bolivian case is restricted to macroeconomic indicators such as GDP per capita, or the NBI index. In the present work, the existence of sigma ( $\sigma$ ) and beta ( $\beta$ ) convergence is described, using conventional methods, and complementing with the management of panel data based on the Wealth Index (IR) based on to Principal Component Analysis (PCA) using household and population variables. Allowing to demonstrate the existence of sigma-type convergence between departments, based on different measures of dispersion, in addition to verifying the statistically significant evidence of absolute beta-type convergence, not the conditional convergence for the period 1999-2021.*

**Keywords:** Convergence, panel, wealth, households.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En el contexto nacional la reducción de la pobreza durante las últimas décadas, es un tema casi central para el análisis económico y social de Bolivia, logros como haber reducido de 60.6% en 2000 a 34.6% en 2018 (Banco Mundial, 2020), o del incremento del PIB per cápita de Bolivianos (Bs) 2.316 en 1990

a 24.637 en 2019 (Montaño & Navia, 2021) siempre son destacados o cuestionados.

Otros estudios abordan la reducción o estabilidad de los ratios o brechas de ingresos entre áreas urbanas/rurales, entre hombres/mujeres o entre indígena/no indígena (Jiménez Espinal, 2021).

A pesar de estos y otros logros a nivel nacional,

---

<sup>1</sup> Profesional/consultor en Estadística(s), candidato al Doctorado en Políticas Públicas de la UMSA, ha ejercido laboralmente en el área de estadística de entidades públicas y privadas para la elaboración de estadísticas e indicadores. <https://orcid.org/0000-0003-2557-7079>

siempre existe la crítica a los resultados a nivel regional, debido a las diferencias iniciales o finales entre regiones. Estas diferencias pueden deberse a diversos factores, como lo son económicos, culturales, geopolíticas, la descentralización de la administración pública, u otros factores socioeconómicos relacionados a el área de educación.

### *1.1. Antecedentes*

Dentro de la teoría de modelos de crecimiento económico, un concepto importante es el de convergencia no condicional (Sala-i-Martin, 1994), utilizando como base el modelo de Solow, este se puede entender cuando dos países en particular que tienen características semejantes, parten con diferencias iniciales en su nivel de capital, dichas diferencias se irán acortando a lo largo del tiempo, ya que el país el cual tenga un nivel más bajo de capital, crecerá a una velocidad mayor.

Es en este escenario, en donde la convergencia regional se adecua bastante a la convergencia no condicional, ya que, dentro de un país, sus regiones comparten más semejanzas entre sí, al pertenecer a un mismo territorio, compartir idioma, modelo económico, rasgos culturales, la libre circulación de capitales y demás recursos de diferente índole.

Particularmente los trabajos sobre convergencia regional para el caso boliviano, se centran en el análisis del PIB per cápita (Montero & del Río, 2013) (Soruco, 2011). Otros incluso abordan medidas como el Índice de Desarrollo Humano (IDH) (Mendez-Guerra, 2018), el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (Urquiola, Andersen, & Antelo, 1999) y además de relacionar la convergencia en el NBI con la Ley de Participación Popular dentro de municipios de Santa Cruz (Montero & Chalup, 2022).

Trabajos en el contexto Español desarrollan

análisis sobre la convergencia regional en resultados de educación superior, analizando los niveles de Capital Humano entre las diferentes Comunidades Autónomas Españolas (Morales & Pérez, 2007). El caso Chileno en donde se utiliza como un predictor a los años de escolaridad para el proceso de estimación (Duncan & Fuentes, 2005). Del mismo modo en el caso de Rusia pero encontrando Divergencia entre sus regiones se utilizan los niveles de educación, salud, gasto público, entre otras más (Carlier & Sharipova, 2004).

También se tiene el antecedente de la relación entre los conflictos armados con la pobreza en las diferentes regiones de Colombia (Gutiérrez, 2017), utilizando la metodología de Barro y Sala-i-Martin sobre las diferentes regiones de Colombia afectadas por los conflictos armados.

### *1.2. Problemática*

Como se verificó bibliográficamente, la mayoría de los trabajos previos centrados en la convergencia regional de Bolivia hacen énfasis en medidas estrictamente económicas como el PIB per cápita o el uso de medidas de bienestar como el NBI, o hasta mediciones de pobreza en base a este último.

También resalta que se usan medidas provenientes de los censos de población o de estadísticas derivadas como lo son las del PIB regional, con lo cual no se desarrollan estimaciones o análisis en base a encuestas a hogares, como lo son los índices de riqueza.

### *1.3. Objetivo*

El objetivo de este trabajo es probar la existencia de convergencia en cuando a riqueza de los hogares que residen en los diferentes departamentos del País, para el periodo 1999 a 2021.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Convergencia

Los modelos de crecimiento económico orientados en regiones o países se basan en la siguiente expresión

$$\ln(Y_{it}) = e^{-\lambda t} \ln(Y_{i0}) + (1 - e^{-\lambda t}) \ln(Y_i^*) \quad (1)$$

Donde  $Y_{it}$ , es el nivel de producción per cápita de la región  $i$  en el periodo  $t$ ,  $Y_i^*$  es el nivel de estado estacionario de la región  $i$ , y  $\lambda$  es la tasa de instantánea de convergencia a el estado estacionario. Esta ecuación se puede reescribir como:

$$\frac{1}{t}(y_{it} - y_{i0}) = \alpha + \beta y_{it} + u_{it} \quad (2)$$

donde ahora  $y_{it}$  es  $\ln(Y_{it})$ , el término  $\alpha$  es  $x + (1 - e^{-\lambda t}) y_i^*$ , y el término  $\beta$  es  $\frac{1}{t}(1 - e^{-\lambda t})$ . En estas últimas expresiones se incluyen los términos “ $x$ ” como la tasa exógena de crecimiento tecnológico, el término  $u_{it}$  es el componente estocástico o ruido blanco. Como  $\alpha$  está en función de  $Y_i^*$ , si la misma es constante para todas las regiones, es decir que  $Y_i^* = Y^*$ , se afirma que existe un estado estacionario común entre ellas.

La convergencia absoluta tipo  $\beta$ , se denomina así cuando la estimación de  $\beta$  es positiva, también al incluir variables explicativas se denomina convergencia condicional tipo  $\beta$ .

Otro tipo de convergencia es el tipo sigma  $\sigma$ , también conocida como  $\sigma$ -convergencia, que se basa en la reducción de la dispersión sostenida a lo largo del tiempo, en base a las medidas de dispersión aplicadas a los términos  $y_{ik} = \ln(Y_{ik})$ , como son, la desviación estándar (DE), el coeficiente de variación (CV), ratios de percentiles (RP), índices de disimilaridad (Mackenbach & Kunst, 1997).

También se utilizan índices de concentración

como el de Herfindahl y el de Entropía que derivan del índice de Hannan-Kay (HK) que son muy semejantes a las de uso de análisis de mercados (Dorado-Aranibar, 2005), también en algunos casos estas mismas medidas pero ponderadas por el tamaño de la región (Simionescu, 2014).

- Índice de Disimilaridad  $ID_t = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k w_{it}^* |RR_{it} - 1|$
- Ratio de percentiles  $RP_t = \frac{y_{(20,t)}}{y_{(80,t)}}$
- Índice de Hannan-Kay  $HK_t = [\sum_{i=1}^k m_{it}^{p+1}]^{1/p}$

En el caso de  $ID$  el  $w_{it}$  es el tamaño de la región  $i$  para el periodo  $t$  y  $RR_{it} = Y_{it} / Y_{it}^*$ , con  $Y_{it}^*$  igual al nivel de riqueza ponderado del periodo  $t$ .

Para el HK el  $m_{it}$  es la participación de cada región en el nivel de riqueza  $m_{it} = Y_{it} / \sum_j Y_{jt}$ , y el valor del parámetro “ $p$ ”, permite definir la severidad en la cual se busca medir la concentración, lo más recomendable es usar el valor cuadrático con  $p=2$ .

### 2.2. Modelos de panel

Como se vio la ecuación (2) se puede plantear como un modelo lineal en diferencias de  $y_{it}$ , y considerando que existiera una convergencia condicional tipo  $\beta$ , se replantea la ecuación como:

$$\frac{1}{\tau} \Delta y_{it+\tau} = \alpha + \beta y_{it} + \gamma z_{it} + u_{it} \quad (3)$$

Donde las características condicionales están representadas en  $z_{it}$  y al tomar a  $\tau=1$  se resume en una regresión aún más sencilla.

Una segunda variante de (3) es la que incorpora los efectos fijos a través de  $\alpha_i$  lo cual verificaría la presencia de convergencia condicional tipo  $\beta$ .

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta y_{it-1} + \gamma z_{it-1} + u_{it} \quad (4)$$

## Convergencia regional de hogares, Bolivia 1999-2021

Con  $\alpha_i$  como efecto fijo de la región  $i$ ,  $\beta$  como el efecto del nivel previo de cada región,  $\gamma$  como el efecto de la característica  $z_{it}$  y el termino  $u_{it}$  es el ruido blanco correspondiente.

### 2.3. Información disponible

La principal fuente de información de hogares en Bolivia son las Encuestas a Hogares (EH) que el INE viene generando de forma casi constante desde 1978 (INE, 2020), sin embargo con el fin de asegurar una comparabilidad nos limitaremos a tomar todas las EH disponibles desde 1999 hasta 2021, exceptuando la gestión 2020, ya que no capturó características de vivienda (INE, 2021), que son necesarias para cuantificar el indicador aproximado del nivel de riqueza en hogares.

### 2.4. Diseño de la investigación

La investigación se enmarca en el tipo descriptivo, ya que describirá el comportamiento de las estimaciones obtenidas tanto de convergencia sigma como la de tipo beta.

### 2.5. Implementación de la estimación

Primero se aplica un proxy del nivel de la riqueza de los hogares a través del índice de riqueza, el cual es ampliamente usado en las encuestas de demografía y salud o DHS<sup>2</sup> (ORC-Macro, 2005),

Como se mencionó antes, las variables a ser consideradas están basadas en los mismos insumos que las que se incluyen en el NBI, las cuales están detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1: Descripción de variables utilizadas

| Temática   | Variable                           | Categoría(s)  | Valor     |
|--|------------------------------------|---|-----------|
| Materiales de vivienda / espacios                | Pisos                              | Tablón de madera, machihembre/ parquet, alfombra/ tapizón, cemento, mosaico/ baldosas/ cerámica | 1         |
|  | Muros                              | Ladrillo, bloques de cemento u hormigón con revoque   | 1         |
|  | Techos                             | Calamina o plancha, teja (cemento/arcilla/ fibrocemento), losa de hormigón armado               | 1         |
|  | Hacinamiento                       | 5 personas o menos por cada 2 dormitorios   | 1         |
| Agua y saneamiento básico / Insumos energéticos: | Agua                               | Cañería de red dentro/ fuera de la vivienda, Pileta pública                                     | 1         |
|  | Saneamiento Básico                 | Sanitario privado con descarga a alcantarillado / pozo  | 1         |
|  | Electricidad                       | Si dispone de energía eléctrica   | 1         |
|  | Combustible                        | Gas licuado (garrafa), gas natural por red (cañería), electricidad                              | 1         |
| Educación  | Años de escolaridad del jefe hogar | No aplica   | No aplica |

Fuente: Encuestas a Hogares 1999-2021, INE-Bolivia; Elaboración: Propia

Se eligió estas variables y categorías debido a su permanencia temporal en el periodo 1999 a 2021, la semejanza y similitud entre las mismas, y por su participación en el NBI. En todas se tomó escalas dicotómicas, donde “1” representa que la vivienda cuenta con las condiciones mínimas adecuadas, “0” que no las posee, solo los años de educación del jefe de hogar posee una escala que oscila desde 0 hasta 23 años, donde 0 es que no tiene cursos aprobados en la educación regular y 23 es el nivel máximo al tener estudios de nivel doctorado en su 4to año vencido.

El índice de riqueza se obtiene en la aplicación de un Análisis Factorial usando el método de extracción por Componentes Principales, bajo este enfoque se procede a la estimación de un índice de riqueza para los fines del presente trabajo. Cabe

<sup>2</sup> Por sus siglas en ingles Demographic and Health Survey

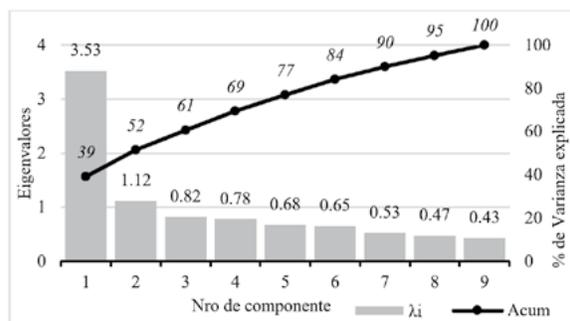
resaltar que previo a la estimación se procederá a estandarizar las 9 variables originales usando el año base de 2011 como distribución de referencia.

Un segundo conjunto de variables que se puede medir de manera paralela al índice de riqueza, con el uso de los ponderadores de muestreo de las Encuestas a Hogares (EH) que están sujetas a ajustes de proyecciones de población por cada región y área, son el % de población urbana ( $purb_i$ ) y la tasa de crecimiento de la región ( $\Delta pob_i$ ), que se incluirán en los modelos de convergencia de tipo beta.

### 3. RESULTADOS

Se obtuvo un análisis de componentes principales usando a las variables priorizadas (Tabla 1), y al tomar el 1er componente se logra explicar un 39% de variabilidad con un eigenvalor de 3.53.

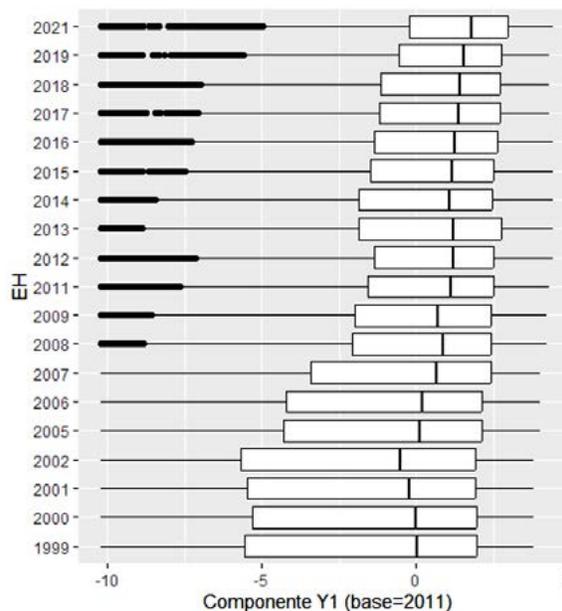
Figura 1: Eigenvalores y Varianza Explicada, 2011



Fuente y elaboración: Propia

Analizando este índice de riqueza conforme avanzan las gestiones el mismo reduce su dispersión, pero empiezan a incrementarse los datos atípicos inferiores a nivel de los hogares

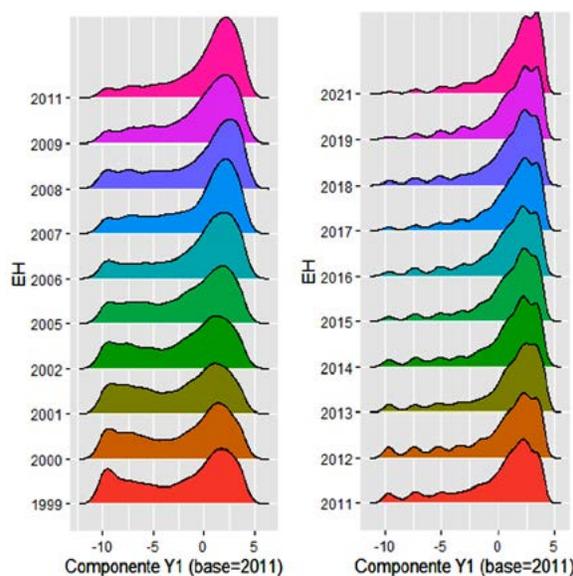
Figura 2: Diagrama de cajas para el Índice de Riqueza en Hogares, 1999-2021



Fuente y elaboración: Propia

Este 1er componente, el cual tiene un comportamiento temporal entre 1999 a 2021, que parte con una dispersión mayor que va reduciéndose y que desde 2011 ya se estabiliza hasta 2021.

Figura 3: Densidad del índice de riqueza EH 1999-2021



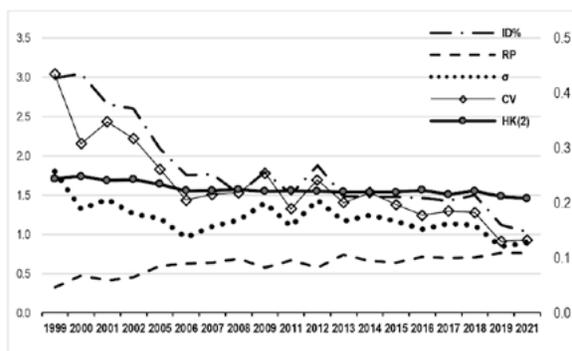
Fuente y elaboración: Propia

## Convergencia regional de hogares, Bolivia 1999-2021

### 3.1 Convergencia $\sigma$

Se procedió a agregar los datos a nivel de departamento, y calcular las medidas de dispersión interdepartamental para cada año de forma directa, en el caso de las medidas CV, ID, RP y HK, se transformó<sup>3</sup> su escala a la 0 a 1 para no verse afectado por valores negativos.

Figura 4: Medidas de convergencia EH 1999-2021



Fuente y elaboración: Propia

En todos los indicadores se evidencia una reducción sostenida en el tiempo en términos de la dispersión, concentración o disimilaridad, solo la razón de percentiles (RP), presenta un alza, esto se debe a que al ser una medida basada en la participación de pocas observaciones es más sensible a los extremos de las 9 regiones de Bolivia.

### 3.2 Convergencia $\beta$

El primer modelo es convergencia absoluta tipo  $\beta$  (ecuación 2), el segundo contempla las variables auxiliares (ecuación 3) y el tercer modelo es un modelo de panel con efectos fijos que es una convergencia condicional tipo  $\beta$ .

Tabla 2: Estimación de modelos

| Variable/<br>estadística | Modelo  |          |           |
|--------------------------|---------|----------|-----------|
|                          | 1       | 2        | 3         |
| Constante                | -0.08 . | 0.03 .   | -1.79 .   |
| yit-1                    | 0.05*** | -0.04* . | -0.56***  |
| $\Delta$ pob             | -       | 0.85***  | 0.43 .    |
| purb                     | -       | 1.58* .  | 0.77***   |
| $\alpha$ (Lpz)           | -       | -        | 0.973***  |
| $\alpha$ (Cbb)           | -       | -        | 0.832***  |
| $\alpha$ (Oru)           | -       | -        | 0.436***  |
| $\alpha$ (Pot)           | -       | -        | -0.501*** |
| $\alpha$ (Tar)           | -       | -        | 1.230***  |
| $\alpha$ (Scz)           | -       | -        | 1.407***  |
| $\alpha$ (Ben)           | -       | -        | -0.083 .  |
| $\alpha$ (Pan)           | -       | -        | 0.059 .   |
| R2                       | 0.04    | 0.19     | 0.54      |

Fuente: Encuestas a Hogares 1999-2021,

INE-Bolivia; Elaboración: Propia

(\*) al 10% (\*\*) al 5% (\*\*\*) al 1%

En el primer modelo se obtuvo coeficientes significativos para el nivel de riqueza previo  $y_{it-1}$ , con un  $\beta$  positivo. Para el segundo modelo no se obtiene una convergencia, ya que el  $\beta$  es negativo, lo cual indicaría una divergencia, también se tiene efectos positivos significativos con respecto al crecimiento poblacional y el tamaño de la población urbana de las regiones con respecto al incremento de la riqueza por región.

El último modelo (3) también indica una divergencia entre regiones, con un  $\beta$  negativo, además de tener los mismos efectos del crecimiento poblacional y el tamaño de la población urbana, y sobre las regiones la mayoría de los coeficientes  $\alpha$  son significativos y positivos, es decir que cada región incremento su riqueza a lo largo del tiempo, solo las regiones de Potosí y Beni tienen coeficientes negativos indicando una reducción en su riqueza a lo largo del tiempo, aunque este último no es estadísticamente significativo.

<sup>3</sup> La transformación fue  $z=(x-x_{min})/(x_{max}-x_{min})$

#### 4. DISCUSIÓN

Si bien se usó el índice de riqueza estimado, es necesario utilizar otras medidas de ingresos a nivel del hogar para contrastar dichas estimaciones.

Otro aspecto es el de comparar más de una encuesta por muestreo al mismo tiempo dando pie al meta análisis de este tipo de información.

Está sujeto a revisión el análisis de convergencia a nivel de las regiones, es decir análisis la convergencia dentro de cada departamento por parte de sus departamentos e incluir componentes de estadística espacial.

indicadores planteados, solo el indicador RP mostró resultados contradictorios, el resto ha ido disminuyendo notablemente desde 1999 a 2006 y de forma más moderada desde 2012 en adelante.

Respecto a la convergencia tipo  $\beta$ , solo se pudo verificar la convergencia absoluta tipo  $\beta$ , ya que solo al incluir el nivel de riqueza previa ( $y_{it-1}$ ) el modelo es significativo, destaca además los resultados sobre las variables de crecimiento poblacional y urbanización que son estadísticamente significativas para las regiones. Por otro lado, los coeficientes  $\beta$  con valores negativos dan indicios de una divergencia condicional tipo  $\beta$ .

#### 7. CONCLUSIONES

Respecto a la convergencia tipo  $\sigma$ , la evidencia indica que ha existido una reducción en la variabilidad en todos los

#### CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara que no hay conflicto de intereses con respecto a la publicación de este documento.

#### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Banco Mundial. (2020). ¿Cómo reimpulsar la reducción de la pobreza y la desigualdad en Bolivia? Washington D.C.: World Bank Group.
- Carluer, F., & Sharipova, E. (2004). The Unbalanced Dynamics of Russian Regions Towards a real divergence process. *Journal of Economics and Business* Vol. VII, 11-37.
- Dorado-Aranibar, H. (2005). Algunas Consideraciones para el uso de Indicadores en el Estudio de la Estructura de Mercados. *UDAPE Bolivia*, 1-29.
- Duncan, R., & Fuentes, J. (2005). Convergencia Regional en Chile: Nuevos Tests, viejos resultados. *Central Bank of Chile Working Papers* Nro 313, 1-40.
- Gutiérrez, L. M. (2017). Pobreza, conflicto armado y convergencia. Bogotá: Universidad de los Andes.
- INE. (28 de enero de 2020). Obtenido de Encuesta de Hogares 2016-2018: <https://www.ine.gob.bo/index.php/publicaciones/encuesta-de-hogares-2016-2018/>
- INE. (15 de Abril de 2021). Catálogo ANDA. Obtenido de Encuesta a Hogares 2021: <https://anda.ine.gob.bo/index.php/catalog/88/related-materials>
- Jiménez Espinal, R. (2021). Más ricos... ¿todos? Evolución de las brechas de desigualdad de ingresos en el reciente período de crecimiento (2006-2018) en Bolivia, Universidad Privada de Bolivia. *Artículos de política*

## Convergencia regional de hogares, Bolivia 1999-2021

---

- pública, otra manera de encarar los problemas sociales, 113-135.
- Machicado, C., & Vera, D. (2020). Capital humano y crecimiento: el impulso de la revolución nacional boliviana. La Paz - Bolivia: Centro de Investigaciones Sociales (CIS).
- Mackenbach, J. P., & Kunst, A. E. (1997). Measuring the Magnitude of Socio-Economic Inequalities in Health: An Overview of Available Measures Illustrated with two examples from Europe. *Journal of Social Science & Medicine* Vol. 44, No. 6, 757-771.
- Mendez-Guerra, C. (2018). ¿Convergencia beta, sigma y distribucional en desarrollo humano? Evidencia de las regiones metropolitanas de Bolivia. *LAJED* No 30, 87 - 115 .
- Montaño, C., & Navia, M. (2021). Crecimiento Económico, Desigualdad y pobreza: Evaluación empírica para el caso boliviano. *Perspectivas*, Universidad Católica Boliviana “San Pablo” No. 48 , 57-98.
- Montero, C. M., & Chalup, M. S. (2022). Municipios de Santa Cruz en el periodo de la Participación Popular, ¿Convergencia o divergencia? *Ciencia y Cultura* N° 48, 97-116.
- Montero, C., & del Río, M. A. (2013). Convergencia en Bolivia: Un enfoque espacial con datos de panel dinámicos. *Revista de Economía del Rosario*. Vol. 16, 233-256.
- Morales, S., & Pérez, C. (2007). ¿Existe Convergencia Regional en Capital Humano para la Educación Superior? XVI Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación, (págs. 1-13). Canaria.
- ORC-Macro. (24 de Febrero de 2005). The DHS Program. Obtenido de The DHS Wealth Index: <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/CR6/CR6.pdf>
- Sala-i-Martin, X. (1994). *Apuntes de crecimiento económico*, 2ª ed. Columbia: Columbia University & Universitat Pompeu Fabra.
- Simionescu, M. (2014). Testing Sigma Convergence Across EU-28. *Economics & Sociology* Vol. 7, No1, 48-60.
- Soruco, C. F. (2011). Espacio, Convergencia y Crecimiento Regional en Bolivia: 1990-2010. Banco Central de Bolivia, 1-35.
- Urquiola, M., Andersen, L., & Antelo, E. (1999). Migration, Urban and Industrial Concentration, Welfare, and Convergence: 1950-1992. New York: Inter-American Development Bank Research Network.

# CONSTRUCCIÓN DE LA TABLA DE MORTALIDAD MATERNA EN PANAMÁ. CONSTRUCTION OF THE MATERNAL MORTALITY TABLE IN PANAMA.

Ana Isabel Olmedo<sup>1</sup>

Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá,

✉ [anaisabel1610@hotmail.com](mailto:anaisabel1610@hotmail.com)

Luis Martínez<sup>2</sup>

Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá,

✉ [luis.martinezm@up.ac.pa](mailto:luis.martinezm@up.ac.pa)

Roberto Bula Magallón<sup>3</sup>

Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá,

✉ [roberto.bula@up.ac.pa](mailto:roberto.bula@up.ac.pa)

Elisa Mendoza González<sup>4</sup>

Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá,

✉ [elisa.mendoza@up.ac.pa](mailto:elisa.mendoza@up.ac.pa)

Artículo recibido: 31-01-2023

Artículo aceptado: 04-04-2023

---

## RESUMEN

*Las tablas de mortalidad materna son prácticamente inexistentes a nivel de los países latinoamericanos, pero muy necesarias e importantes en el campo de las ciencias actuariales. La mortalidad materna es considerada uno de los eventos de vigilancia epidemiológica en poblaciones de mujeres en edad fértil y que generan importantes implicaciones sociales, económicas y culturales. El propósito es construir la tabla de mortalidad materna como una propuesta que sirva de referencia en el campo actuarial, en el cual, las tablas de mortalidad son herramientas de gran utilidad para los cálculos de tarifas y reservas en la industria de seguros.*

*Se emplea el método de Greville para determinar las funciones que sirven para los cálculos para la construcción de la tabla de mortalidad materna, y los datos demográficos como los nacimientos vivos y la mortalidad materna en el grupo de mujeres en edad reproductiva, definida desde los quince (15) a los cuarenta y nueve (49) años, según la Organización Mundial de la Salud (OMS).*

*Luego de desarrollar la aplicación de la metodología propuesta por Greville se logró la construcción de la tabla de mortalidad materna para Panamá, en la cual se puede observar un incremento importante de la probabilidad de morir por esta causa a partir de los 35 años, así mismo, se observa la disminución en la esperanza de vida.*

**Palabras clave:** Actuarial, Defunciones maternas, Estadísticas oficiales.

<sup>1</sup> Analista Actuarial Jr., Licenciada en Ingeniería Estadística de la Universidad de Panamá, Magistra en Cálculo y Técnicas Actuariales de la Universidad de Panamá, Panamá. ORCID: [0000-0002-4308-6532](https://orcid.org/0000-0002-4308-6532)

<sup>2</sup> Actuario en la Caja de Seguro Social y profesor de la Universidad de Panamá. Licenciado en Estadística. Magister en Ciencias Actuariales. ORCID: [0000-0003-2571-7676](https://orcid.org/0000-0003-2571-7676)

<sup>3</sup> Profesor y Consultor estadístico en la Universidad de Panamá. Licenciado en Estadística, Magister en Estadística Aplicada. ORCID: [0000-0003-4934-0703](https://orcid.org/0000-0003-4934-0703)

<sup>4</sup> Profesora, Investigadora y Consultora Estadística, Licenciada en Estadística, Magister en Estadística Aplicada, Coordinadora de la Maestría en Registros y Estadísticas de Salud. ORCID: [0000-0003-0089-6436](https://orcid.org/0000-0003-0089-6436)

### ABSTRACT

*Maternal mortality tables are practically non-existent at the level of Latin American countries, but very necessary and important in the field of actuarial sciences. Maternal mortality is considered one of the epidemiological surveillance events in populations of women of childbearing age and that generate important social, economic and cultural implications. The purpose is to build the maternal mortality table as a proposal that serves as a reference in the actuarial field, in which mortality tables are very useful tools for calculating rates and reserves in the insurance industry.*

*The Greville method is used to determine the functions that are used for the calculations for the construction of the maternal mortality table, and the demographic data such as live births and maternal mortality in the group of women of reproductive age, defined from the age of fifteen. (15) to forty-nine (49) years, according to the World Health Organization (WHO).*

*After developing the application of the methodology proposed by Greville, the construction of the maternal mortality table for Panama was achieved, in which a significant increase in the probability of dying from this cause can be observed from 35 years of age, likewise, the decrease in life expectancy is observed.*

**Key words:** Actuarial, Maternal deaths, official statistics

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La mortalidad materna (MM) se refiere al fallecimiento de la mujer durante su embarazo, o después de terminar su embarazo hasta los 42 días por cualquier causa relacionada o derivada por su embarazo su manejo, pero no por causas accidentales o incidentales (Fernández-González, 2021), el cual es considerado un evento trascendental en el sistema de salud, y que es objeto de la vigilancia epidemiológica poblacional. Por otro lado, la mortalidad materna es causa de una importante carga económica de vidas perdidas (White et al., 2022) que amerita que en los países se fortalezcan los programas de salud pública y de salud materna. Las muertes maternas generan un alto costo económico en la sociedad a corto, mediano y largo plazo, así como importantes secuelas psicosociales en las familias afectadas por trágico evento (Roach, 2021).

De acuerdo con los datos arrojados por el Instituto de Estadística y Censo (INEC) para el año 2019 en la República de Panamá, fallecieron veintiséis (26) mujeres en labor de parto donde quince (15) de ellas fueron por causas obstétricas directas y once (11) por obstétricas indirectas (INEC, 2019).

Un indicador muy útil es la Razón de Mortalidad Materna (RMM) definida como el número de defunciones maternas correspondientes a un período de tiempo entre el número de nacidos vivos en el mismo período de tiempo por 100 mil (Cabrera et al., 2021). Este evento en demografía, por lo general, es representado en tablas de mortalidad desagregado en términos de otras variables demográficas como la edad y sexo, en un período de tiempo describiendo la extinción de una generación debido a la mortalidad, además, es una importante herramienta en materia de políticas públicas.

La tabla de mortalidad también llamada tabla de vida es un instrumento o esquema teórico que permite medir las probabilidades de vida y de muerte de una población en función de la edad. Dicho esquema provee la más completa descripción estadística de la mortalidad, constituye la base del modelo de población estacionaria y su técnica es muy utilizada por los demógrafos, actuarios y otros investigadores en una gran variedad de problemas (Ortega, 1987). La principal fuente de datos en estas tablas corresponde a las estadísticas oficiales y los datos del censo de población.

La Razón de Mortalidad Materna (RMM) y la tasa de mortalidad materna (TMM) usualmente son calculadas y sirven de base para determinar el estado de salud de la población, la evaluación de las políticas públicas, entre otros aspectos; por otro lado, las tablas de mortalidad son relevantes, además, para el sector económico, la seguridad social y para el cálculo de tarifas y reservas en el campo actuarial.

Las tablas de mortalidad que se emplean en el sector de la seguridad pública y privada están elaboradas para la población en general, por edad y por sexo. No se conoce la existencia en el país de tablas de mortalidad materna, la cual tiene una importancia preponderante en esta población y que en términos de cálculos actuariales una implicación económica tanto para las mujeres en edad fértil como para las compañías aseguradoras. Esto teniendo en cuenta que los costos de atención clínico-médico durante el embarazo suelen incrementarse, así como los riesgos a complicaciones y a la muerte.

En términos generales, las defunciones maternas representan un indicador de calidad de vida y de las políticas sanitarias, por diversas implicaciones que tienen en la población, puesto que inciden en la fecundidad, en el crecimiento de la población, su composición etaria, y su estructura poblacional (Quispe, 2021) y por otro lado, las implicaciones sociales, por la pérdida de la madre en un hogar, quien en la mayoría de los casos carga con la responsabilidad de la administración del hogar (Roach, 2021).

Es sumamente importante destacar el beneficio de contar con este instrumento actuarial que será de gran valor para la visión de empresas tanto públicas y privadas, entidades de salud pública, sobre todo porque aporta un manejo oportuno en respuesta de la salud materna y permite proyectar los

costos a futuro en un determinado seguro, cobertura o prestación.

## 2. METODOLOGÍA

Se emplean métodos actuariales para medir la probabilidad de fallecer por causas obstétricas directas e indirectas en el embarazo, parto o puerperio; así que los datos corresponden a las muertes maternas registradas en el sistema de salud y reportadas en las estadísticas oficiales del país. Cabe destacar que la mortalidad materna es un evento de notificación obligatorio como parte del sistema de vigilancia epidemiológica en salud pública, considerando la maternidad uno de los sucesos significativos en la vida de la mujer.

Para los cálculos actuariales, se consideraron las estadísticas de los nacimientos vivos ocurridos en el periodo de estudio que va desde el año 2012 hasta el año 2019, esto debido a que no se cuenta con el número de embarazos exactos que se dieron en dicho periodo.

Con respecto a las defunciones maternas, estas se componen de las muertes ocurridas durante el embarazo, parto y puerperio en los periodos antes mencionados.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) definió las causas obstétricas directas y las causas obstétricas indirecta de la siguiente manera:

- Entendiéndose por causas obstétricas directas: aquellas que resultan de complicaciones obstétricas del estado gravídico (embarazo, trabajo de parto y puerperio), de intervenciones, omisiones, tratamiento incorrecto, o de la cadena de eventos que llevó a cualquiera de los arriba mencionados.

## Construcción de la tabla de mortalidad materna en Panamá

- Entendiéndose por causas obstétricas indirectas: aquellas que derivan de enfermedad previamente existente o enfermedad que apareció durante el embarazo y que no fue debida a causas obstétricas directas, pero que se agravó por los efectos fisiológicos propios del embarazo.

El método que se utiliza para la elaboración de la tabla de mortalidad materna en la República de Panamá corresponde al “Método de Greville”; ya que las tasas de mortalidad para los rangos de edades “y”, “y+n” cumplen con la hipótesis de que la misma sigue un comportamiento exponencial (exp), de la siguiente manera:  $y = 0.0002e^{0.2869x}$

### **Funciones de la Tabla de Mortalidad:**

Para la construcción de la tabla de mortalidad materna en la República de Panamá se deben considerar una serie de funciones con respecto a la edad “y”. Las mismas son las que se detallan a continuación:

- Edad inicio del intervalo  $y$ ,  $y + n$  de las mujeres en edad de reproducción “y”.
- Amplitud (en años) del intervalo de edad “n”. Incluye los años en cada intervalo de edad.
- Tasa central de mortalidad (tasa de mortalidad) por edad ( ${}_n m_y$ ). Resulta de calcular el cociente entre las defunciones maternas en el intervalo  $y$ ,  $y+n$  ( ${}_n D_y$ ) y el número de nacimientos vivos en este grupo de edad ( ${}_n P_y$ ).

Tenemos que:

$${}_n m_y = \frac{{}_n D_y}{{}_n P_y}$$

- Probabilidad de muerte entre las edades  $y - y + n$  ( ${}_n q_y$ ). Las probabilidades de muerte se calculan a partir de las tasas de mortalidad específicas para cada grupo.

Debe interpretarse como la probabilidad de fallecer entre ambas edades para el sujeto que haya sobrevivido hasta la edad y.

Según el método Greville se calcula como:

$${}_n q_y = \frac{{}_n m_y}{\frac{1}{n} + \frac{{}_n m_y}{2} \left[ \frac{1}{2} + \frac{n}{12} ({}_n m_y - \log_e c) \right]}$$

- Probabilidad de sobrevivencia entre las edades  $y - y + n$  ( ${}_n p_y$ ). Esta columna es el complemento de la columna  ${}_n q_y$ . Debe por tanto interpretarse como la probabilidad de que un individuo que llega a la edad exacta y vive hasta la edad exacta  $y + n$ .

Esto es:  ${}_n p_y = 1 - {}_n q_y$

- El número de personas viviendo al principio del intervalo determinado (y) del número total de nacimientos que se asumen como radiy de la tabla ( $l_y$ )

$$l_0 = 10^k$$

$$l_{y+n} = l_0 \cdot {}_n p_y$$

- El número de defunciones de individuos de la generación ficticia en el intervalo de edad  $y, y + n$ . ( ${}_n d_y$ )

$${}_n d_y = l_y - l_{y+n}$$

- El número total de años-personas que habrán vivido dentro de determinado intervalo de edad ( $y - y + n$ ) por el año de 100,000 nacimientos asumidos ( ${}_n L_y$ )

Según el método Greville:

$${}_n L_y = \frac{{}_n d_y}{{}_n m_y}$$

Para el último intervalo de edad, esto es, para el cálculo de  ${}_\infty L_y$  se utiliza la siguiente aproximación:

$${}_\infty L_y = \frac{l_y}{{}_\infty m_y}$$

- El número total de años-personas que

habrán vivido después del principio del determinado intervalo de edad por el año de 100,000 muertes asumidas. ( $T_y$ )

$$T_y = \sum_x^n nL_y$$

- El promedio restante de vida (en años) para una persona que sobrevive al principio del determinado intervalo de edad. Esta función también es la

esperanza de vida completa ( $e_y$ ).

$$e_y = \frac{T_y}{l_y}$$

### 3. RESULTADOS

En primer lugar, se presentan las estadísticas fundamentales empleadas para los cálculos actuariales, de las defunciones maternas (Tabla 1) y los nacimientos vivos (Tabla 2) en un periodo de ocho (8) años.

**Tabla 1. Defunciones maternas en la República de Panamá, por año de ocurrencia, según rango de edad: años 2012-2019**

| Rango Edad (y) | Años |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 |
| <b>Total</b>   | 28   | 35   | 27   | 37   | 40   | 43   | 40   | 49   |
| 15-19          | 4    | 3    | 5    | 8    | 9    | 8    | 5    | 9    |
| 20-24          | 9    | 9    | 7    | 6    | 5    | 8    | 10   | 12   |
| 25-29          | 4    | 7    | 5    | 8    | 11   | 8    | 7    | 10   |
| 30-34          | 4    | 4    | 4    | 6    | 6    | 6    | 6    | 11   |
| 35-39          | 6    | 7    | 4    | 3    | 7    | 11   | 9    | 6    |
| 40-44          | 1    | 4    | 2    | 5    | 2    | 2    | 3    | 1    |
| 45-49          | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo – Estadísticas vitales. Volumen III. Defunciones: Año 2019.

Según la Tabla 1, se puede observar que el número de defunciones maternas disminuyen a medida que se incrementa el grupo etario en el período observado. Por ejemplo, en el grupo de 45 a 49 años en dicho período ocurrieron en total dos muertes maternas en

el país. Mientras que en las edades de 20 a 24 años es donde se presenta el mayor número de defunciones, presentándose un promedio de 8.3 muertes maternas por año en el período 2012 – 2019.

**Tabla 2. Nacimientos vivos en la República de Panamá, por año de ocurrencia, según rango de edad: años 2012-2019**

| Rango Edad (y) | Años   |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                | 2019   | 2018   | 2017   | 2016   | 2015   | 2014   | 2013   | 2012   |
| 15-19          | 11,809 | 12,840 | 13,056 | 13,519 | 13,519 | 14,354 | 14,315 | 14,631 |
| 20-24          | 20,530 | 21,903 | 21,673 | 21,113 | 21,113 | 20,955 | 20,724 | 21,460 |
| 25-29          | 17,687 | 18,602 | 18,495 | 17,942 | 17,942 | 18,009 | 17,421 | 18,143 |
| 30-34          | 12,947 | 13,506 | 13,467 | 13,263 | 13,263 | 12,868 | 12,563 | 12,341 |
| 35-39          | 7,075  | 7,368  | 6,998  | 6,968  | 6,968  | 6,447  | 6,260  | 6,483  |
| 40-44          | 1,799  | 1,965  | 1,810  | 1,752  | 1,752  | 1,649  | 1,646  | 1,664  |
| 45-49          | 129    | 137    | 133    | 94     | 94     | 117    | 110    | 103    |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo – Estadísticas Vitales. Volumen II. Nacimientos vivos y defunciones fetales: Año 2019, República de Panamá.

## Construcción de la tabla de mortalidad materna en Panamá

Respecto a los nacimientos vivos en la República de Panamá en el período de 2012 a 2019, el mayor número de nacidos vivos se concentra en el grupo de edad de las madres de 20 a 24 con tendencia a la disminución a medida que se incrementa la edad de la madre.

Ahora, para efecto de la metodología y los cálculos para la construcción de la tabla de mortalidad materna, cabe destacar que estos se realizaron con base a la edad reproductiva de la mujer que según la Organización Mundial de Salud (OMS) abarca las edades desde los 15 años hasta los 49 años.

A partir de los datos de la tabla 1 y 2 se calcularon los promedios anuales de las defunciones maternas y de los nacimientos

vivos, respectivamente. Luego, se procedió con el cálculo de la tasa de mortalidad materna por cada 100 mil nacidos vivos, observándose una importante disminución a lo largo del periodo estudiado, tal como se muestra en la figura 1.

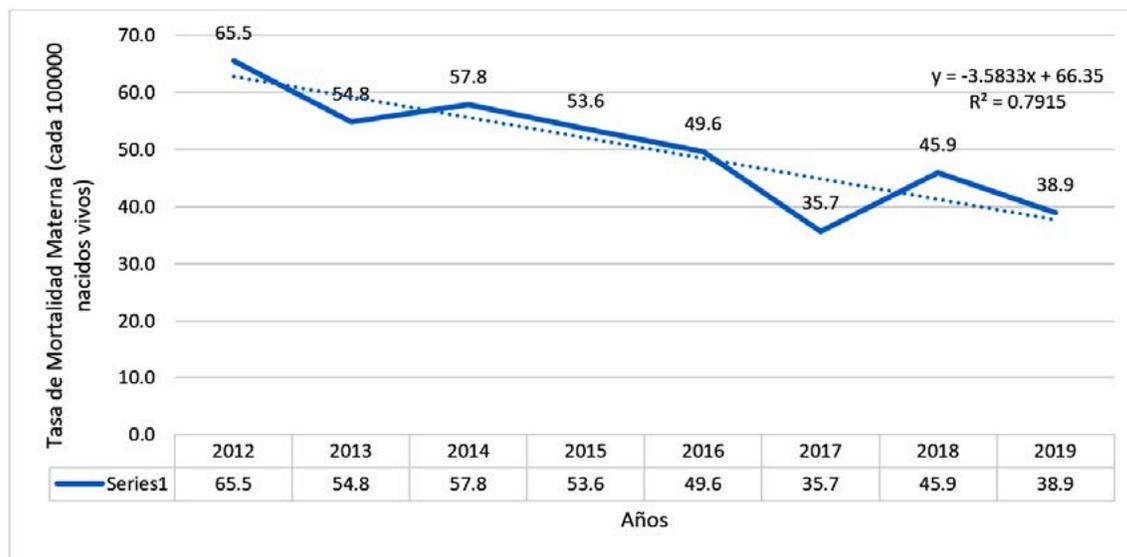
Al tener la tasa de mortalidad se aplica el método Greville para realizar los cálculos de las demás funciones y conmutado que conforman la tabla de mortalidad materna.

$${}_n m_y = \frac{{}_n D_y}{{}_n P_y}$$

Donde:

- ${}_n m_y$  : Tasa de Mortalidad Materna
- ${}_n D_y$  : Defunciones maternas
- ${}_n P_y$  : Nacimientos vivos

**Figura 1. Tasa de mortalidad materna (por 100 mil nacidos vivos) en la República de Panamá: años 2012 - 2019**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Volumen III. Defunciones: Año 2019, República de Panamá.

### ***Cálculos de las funciones para la elaboración de la tabla de mortalidad materna***

A continuación, se describe la metodología para el cálculo de los datos para la construcción de la tabla de mortalidad materna en Panamá, para cada rango de edad (y).

Con los datos de la Tabla 1 y 2, se calculan promedios para cada rango de edad, tal como se muestra en la Tabla 3.

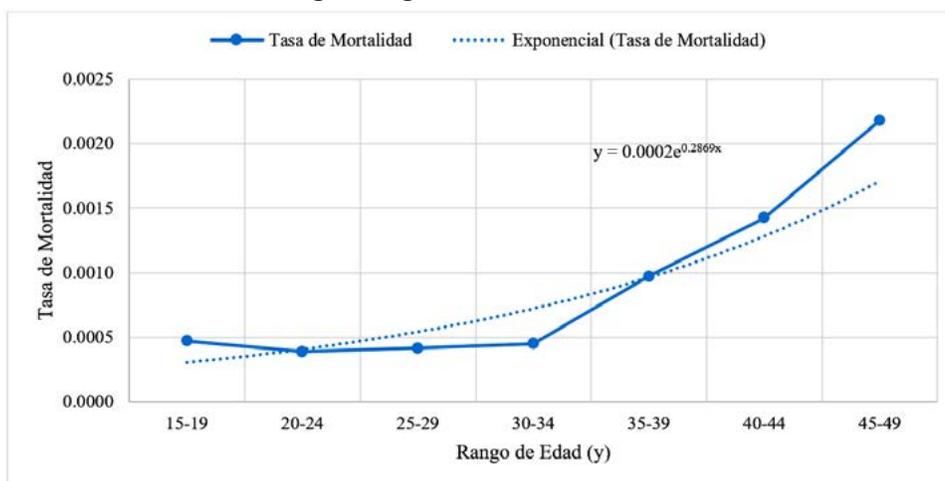
**Tabla 3. Tasa de mortalidad materna en la República de Panamá, según rango de edad: años 2012-2019**

| Rango Edad (y) | Promedio (2012-19) |       | Tasa de Mortalidad |
|----------------|--------------------|-------|--------------------|
|                | $d_y$              | $P_y$ | ${}_n m_y$         |
| 15-19          | 6.38               | 13505 | 0.0005             |
| 20-24          | 8.25               | 21184 | 0.0004             |
| 25-29          | 7.50               | 18030 | 0.0004             |
| 30-34          | 5.88               | 13027 | 0.0005             |
| 35-39          | 6.63               | 6821  | 0.0010             |
| 40-44          | 2.50               | 1755  | 0.0014             |
| 45-49          | 0.25               | 115   | 0.0022             |

Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Volumen III. Defunciones: Año 2019, República de Panamá.

En la Figura 2, se puede observar que el comportamiento de la tasa de mortalidad se asemeja a una distribución exponencial, cumpliéndose la hipótesis del Método de Greville, donde  ${}_n m_y$  sigue una curva exponencial

**Figura 2. Tasa de mortalidad materna ( ${}_n m_y$ ) en la República de Panamá, según rango de edad: años 2012 - 2019**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Volumen III. Defunciones: Año 2019, República de Panamá.

**Tabla 4. Cálculo de la función de probabilidad de muerte materna ( ${}_n q_y$ ) en la República de Panamá: años 2012-2019**

| Rango Edad (y) | Factor (n) | ${}_n m_y$ | ${}_n q_y$ |
|----------------|------------|------------|------------|
| 15-19          | 5          | 0.00047    | 0.00236    |
| 20-24          | 5          | 0.00039    | 0.00195    |
| 25-29          | 5          | 0.00042    | 0.00208    |
| 30-34          | 5          | 0.00045    | 0.00225    |
| 35-39          | 5          | 0.00097    | 0.00485    |
| 40-44          | 5          | 0.00142    | 0.00710    |
| 45-49          | 5          | 0.00218    | 0.01085    |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo – INEC

Donde que  ${}_n q_y$  está dado por:

## Construcción de la tabla de mortalidad materna en Panamá

$$\bullet \quad nq_y = \frac{{}_n m_y}{\frac{1}{n} + \frac{{}_n m_y}{12} \left[ \frac{1}{2} + \frac{n}{12} ({}_n m_y - \log_e c) \right]}$$

$$\log_e c = 0.095$$

$$n = 5$$

${}_n m_y$  = tasa de mortalidad materna

### **Tabla de Mortalidad Materna en Panamá**

Finalmente, se muestra en la tabla 5 los resultados de la aplicación de las funciones

correspondientes al Método de Greville para la elaboración de la tabla de mortalidad materna, observándose un importante incremento en la tasa de mortalidad, en la probabilidad de fallecer por causas maternas a partir de los 35 años. Sin embargo, más que alarmar a la población, estos datos servirán a las entidades sanitarias para tomar acciones que conlleven a mitigar este evento que incide negativamente en la población.

**Tabla 5. Tabla de Mortalidad Materna para la República de Panamá, según rango de edad : años 2012-2019**

| Rango Edad (y) | Factor (n) | ${}_n m_y$ | ${}_n q_{yw}$ | ${}_n p_y$ | $l_y$   | ${}_n d_y$ | ${}_n L_y$ | ${}_n T_y$ | ${}_n e_y$ |
|----------------|------------|------------|---------------|------------|---------|------------|------------|------------|------------|
| 15-19          | 5          | 0.00047    | 0.00236       | 0.99764    | 100,000 | 195        | 412,150    | 3,379,036  | 34         |
| 20-24          | 5          | 0.00039    | 0.00195       | 0.99805    | 99,805  | 194        | 498,580    | 2,966,886  | 30         |
| 25-29          | 5          | 0.00042    | 0.00208       | 0.99792    | 99,611  | 207        | 497,580    | 2,468,306  | 25         |
| 30-34          | 5          | 0.00045    | 0.00225       | 0.99775    | 99,404  | 224        | 496,506    | 1,970,726  | 20         |
| 35-39          | 5          | 0.00097    | 0.00485       | 0.99515    | 99,180  | 481        | 494,795    | 1,474,220  | 15         |
| 40-44          | 5          | 0.00142    | 0.00710       | 0.99290    | 98,700  | 701        | 491,884    | 979,426    | 10         |
| 45-49          | 5          | 0.00218    | 0.01085       | 0.98915    | 97,999  | 1,063      | 487,542    | 487,542    | 5          |

Fuente: Elaboración propia

## 4. DISCUSIÓN

Los indicadores de mortalidad materna muestran que hasta el año 2017 se había logrado la disminución en 30 muertes maternas por cada cien mil nacidos vivos a nivel global y que en este caso para este grupo de edad se observó que esta tasa para el 2012 era de 65.5 y para el 2017 se estimó en 35.7 (UNICEF, 2019), posteriormente se observó un leve aumento.

En lo relacionado a las tablas de mortalidad específicas no es tan sencillo encontrar en el mercado internacional diversidad de este tipo de tablas, sin embargo, si existen algunos estudios respecto a la mortalidad materno infantil y estudios sobre las causas y factores de riesgo sobre la mortalidad materna (Márquez et al., 2017) y que en particular se refieren a las impactantes cifras en América Latina y el Caribe, mereciendo la atención del Estado. Por ejemplo, en Panamá a través

del Ministerio de Salud (MINSAL) y la Caja de Seguro Social (CSS), de manera conjunta con el Fondo de Población de la Naciones (UNFPA) elaboraron el Plan estratégico para la reducción de la morbilidad y mortalidad de la población materno y perinatal: 2021-2025, en el cual se reporta, entre otras estadísticas, el índice de razón de la mortalidad materna, mismo que coincide con los datos presentados en este artículo (Fondo de Población de las Naciones Unidas, UNFPA, 2022). Por otro lado, cabe hacer referencia al Observatorio de igualdad de género para América Latina y el Caribe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el cual se muestra que en esta región hasta 2019 la razón de mortalidad materna se ubicaba en 38.6, mientras que para Panamá se reportó una cifra de 40 por cada 100 mil nacidos vivos, por encima, por ejemplo, de México (34.2), Ecuador (30.0) y nuestro vecino Costa Rica (29.4) (Comisión Económica para América

Latina y el Caribe, CEPAL, 2020).

Los datos que corresponden a la mortalidad cualquiera que sea su causa es de importancia en la observación de las políticas sanitarias y en la vigilancia epidemiológica; y estos sirven a su vez a la industria aseguradora para el análisis y cálculos de tarifas de los productos que ofertan a la población y las reservas actuariales. En este sentido, es importante y necesario que las entidades oficiales se preocupen en gran medida por mantener altos estándares de calidad en la producción de información estadística, tal como se ha podido observar en el ejercicio realizado donde las estadísticas relativas a las defunciones maternas y los nacimientos vivos son fundamentales para los cálculos y la construcción de las tablas de mortalidad materna, tal como lo subraya (Ortiz et al., 2012) quien señala la importancia de contar con tablas de mortalidad de otros segmentos poblacionales que no se han desarrollado y menos con información propia, como por ejemplo para las personas inválidas.

Una tabla de vida o tabla de mortalidad es un modelo teórico que describe la extinción de una cohorte hipotética o ficticia, el comportamiento de la mortalidad por edades, la esperanza de vida al nacer (CELADE, 1987). Permite determinar las probabilidades de sobrevivir o de morir a una edad exacta “ $y$ ” o entre edades “ $y$ ” y “ $y + n$ ”. Se considera como la herramienta más completa para el análisis de la mortalidad de una población en un momento dado. Además, son una excelente herramienta para conocer el estado de salud de la población y para la implementación y evaluación de políticas sanitarias, además de la evolución de la población en el tiempo por sexo y edad (Yut Vidal y Farnós, 2022).

La función de mortalidad materna muestra un importante incremento hacia las edades de 35 y más, reflejada en los tres últimos grupos

etarios estudiados, de acuerdo con el método de Greville. Esto indica que a partir de los 35 años la probabilidad de morir en el grupo de mujeres embarazadas (nacidos vivos) se esperaría que de cien mil mujeres en edad de 45 a 49 al menos 220 fallezcan por causas del embarazo, así mismo, la esperanza de vida de este grupo disminuye considerablemente, de mantenerse las tasas de mortalidad materna, lo que a su vez implica un costo económico y social muy alto (White et al., 2022).

## 5. CONCLUSIONES

El método de Greville y las funciones de cálculo pudieron ser aplicados a los datos obtenidos a partir de las cifras oficiales del país respecto a las muertes maternas y los nacimientos vivos. No fue posible, desde el punto de vista metodológico, la construcción de la tabla de mortalidad para edades específicas. Sin embargo, queda la metodología desarrollada para replicar en futuros estudios epidemiológicos, salud y/o actuariales.

Las tablas de mortalidad son fundamentales en los cálculos tarifarios de los productos de las aseguradoras, por lo que, lo recomendable sería contar con tablas específicas elaboradas con datos propios del país con base a las estadísticas demográficas y de salud que cumplan con altos estándares de calidad.

Es importante y necesario desarrollar tablas de mortalidad específicas que respondan a la realidad de los países como herramientas de monitoreo y evaluación de la distribución de la población por sexo, edad y segmentos poblacionales, así como de la implementación de políticas públicas focalizadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses con respecto a la publicación de este documento.

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Azarte, O. (s.f.). ACADEMIA. Obtenido de CAPITULO 3:  
[https://www.academia.edu/10649957/CAP%C3%8DTULO\\_3\\_METODOLOG%C3%8DA](https://www.academia.edu/10649957/CAP%C3%8DTULO_3_METODOLOG%C3%8DA)
- Cabrera, C., Gómez, J., Faneite, P., & Uzcátegui, O. (2021). Mortalidad materna por trastornos hipertensivos del embarazo. ¿Es inevitable? Maternidad "Concepción Palacios" 1939-2020. Gaceta Médica De Caracas, 129(3), págs. 585-597. Obtenido de <https://doi.org/10.47307/GMC.2021.129.3.7>
- CELADE, C. L.-C. (1987). Tablas de Mortalidad.
- Centro Centroamericano de Población. (s.f.). Universidad de Costa Rica. Obtenido de Cursos Demográficos: [https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/demografia/materia/8\\_tablas.htm](https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/demografia/materia/8_tablas.htm)
- Escuder Bueno, J., Escuder Vallés, R., & Vegas Montaner, Á. (2017). Historia de las tablas de mortalidad españolas y su evolución. En M. García García, & J. García del Hoyo, Historia de la Probabilidad y la Estadística (IV) (pág. 319). Huelva y Sevilla, España: Servicio de Publicaciones - Universidad de Huelva.
- Fernández-González L, Peñalvo J, L., Seuc-Jo A, Gálvez-Medina D, Rodríguez-Salvá A, & Morejón-Giraldoni A. (2021). Estudio de la carga de mortalidad materna por sus causas directas. Cuba 2005-2018. Medisur, 19. Obtenido de <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/5114>
- Inclán, M. R. (9 de 05 de 2001). Bibliotecas UDLAP. Obtenido de Colección de Tesis Digitales: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lat/rocha\\_i\\_m/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/rocha_i_m/)
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). 2021. Estadísticas Vitales. Volumen III. Defunciones: Año 2019, República de Panamá.
- INEC. 2021. Estadísticas Vitales. Volumen II. Nacimientos vivos y Defunciones fetales: Año 2019, República de Panamá.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú. (Julio de 2000). Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/mortalidad01.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo - INEC. (2019). Instituto Nacional de Estadística y Censo - INEC.
- Organización Mundial de la Salud. (19 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality>
- Ortega, A. (1987). Tablas de Mortalidad. San José, Costa Rica: Centro Latinoamericano de Demografía. Obtenido de XX Curso Regional Intensivo de Análisis Demográfico: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/34406/S9700588\\_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/34406/S9700588_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Quispe, M. R. (4 de Noviembre de 2021). Tendencias Demográficas del Perú: Proyecciones al Perú. Escuela de Economía, Lima, Perú. Obtenido de <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/ddee/article/download/5382/5599>

- Roach, G. (2021). Consecuencias socioeconómicas del embarazo en la adolescencia en Panamá. Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA), 12.
- Shryock, H., Siegel, J., & and Asociados. (1986). The Methods and Materials Of Demography. (E. Stockwell, Ed.) Bowling Green, Ohio: ACADEMIC PRESS, INC.
- UNICEF (2019). Derecho a la vida, crecimiento y desarrollo. Recuperado de:  
<https://www.unicef.org/panama/media/1596/file/Capitulo%201%20derecho%20a%20la%20vida.pdf>
- White, R.; Lui, B.; Bryant-Huppert, J.; Chaturvedi, R.; Hoyler, M., y Aaronson, J., (2022). Economic burden of maternal mortality in the USA 2018-2020. Journal of Comparative Effectiveness Research 11(13).  
<https://doi.org/10.2217/ceer-2022-0056>



# ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO PARA LA EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE SATISFACCIÓN DE LOS ASISTENTES AL EVENTO CONQUISTA

## EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS FOR THE EVALUATION OF THE SATISFACTION INSTRUMENT OF THE ASSISTANTS TO THE CONQUISTA EVENT

Ricardo Francisco Douglas Blackman<sup>1</sup>  
Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá  
✉ [ricardo.douglas@up.ac.pa](mailto:ricardo.douglas@up.ac.pa)

Daniel Sánchez Gómez<sup>2</sup>  
Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá  
✉ [dsanchez68@gmail.com](mailto:dsanchez68@gmail.com)

Elisa A. Mendoza González<sup>3</sup>  
Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá  
✉ [elisa.mendoza@up.ac.pa](mailto:elisa.mendoza@up.ac.pa)

Artículo recibido: 31-01-2023

Artículo aceptado: 06-03-2023

### RESUMEN

*Se realiza un estudio con el propósito de medir la validez y la confiabilidad de un cuestionario utilizado para valorar la satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA, el cual es un evento de carácter religioso y que desde el punto de vista del campo de aplicación de la estadística multivariada resulta innovador.*

*El estudio se realizó empleando una base de datos de 115 registros de las respuestas de los asistentes a dicho evento, en el cual se medía además de los datos demográficos como sexo, edad, datos sobre las exposiciones, el servicio, la calidad de la alimentación, hospedaje, alabanzas, y la evaluación general del evento.*

*Para obtener la confiabilidad del instrumento se empleó el Coeficiente Alfa de Cronbach dado que el tipo de pregunta de escala ordinal en escala Likert así lo permitía. Se realizó un análisis factorial exploratorio en donde se determinaron ocho factores que representan con claridad las dimensiones de la evaluación, obteniendo así una nueva propuesta de un instrumento con propiedades de validez y confiabilidad aceptables para sus propósitos.*

**Palabras clave:** Validación, Confiabilidad, Métodos estadísticos, Cuestionario.

<sup>1</sup> Profesor de cursos de Pregrado. Licenciado en Estadística. Magister en Estadística Aplicada. Miembro de la Comisión Académica de la Maestría en Registros y Estadísticas de Salud de la Universidad de Panamá. ORCID: [0000-0003-3158-0776](https://orcid.org/0000-0003-3158-0776)

<sup>2</sup> Profesor e Investigador. Licenciado en Estadística. Magister en Estadística Matemática. ORCID: [0000-0002-7633-3712](https://orcid.org/0000-0002-7633-3712)

<sup>3</sup> Profesora, Investigadora y Consultora Estadística. Licenciada en Estadística. Magistra en Estadística Aplicada. Coordinadora de la Maestría en Registros y Estadísticas de Salud. ORCID: [0000-0003-0089-6436](https://orcid.org/0000-0003-0089-6436)

## **ABSTRACT**

*A study is carried out with the purpose of measuring the validity and reliability of a questionnaire used to assess the satisfaction of those attending the CONQUISTA event, which is a religious event and from the point of view of the field of application of the multivariate statistics is innovative.*

*The study was carried out using a database of 115 records of the responses of those attending said event, which was measured in addition to demographic data such as sex, age, data on exhibitions, service, quality of food, lodging, praise, and the general evaluation of the event.*

*To obtain the reliability of the instrument, Cronbach's Alpha Coefficient was used since the type of question of ordinal scale on the Likert scale allowed it. An exploratory factorial analysis was carried out where eight factors that clearly represent the dimensions of the evaluation were determined, thus obtaining a new proposal for an instrument with acceptable validity and reliability properties for its purposes.*

**Key words:** Validation, Reliability, Statistical methods, Questionnaire.

---

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los instrumentos como el cuestionario son importantes herramientas para recopilar datos que tratan sobre un tema de interés, del cual se quiere obtener información relevante que oriente en cierta forma al investigador en la toma de decisiones. Sin embargo, es necesario que el mismo cuente con algunas características que son necesarias revisar a fin de poder garantizar que los datos sean válidos, confiables y pertinentes, entre otros aspectos. Bula (2015) señala que este instrumento puede ser simple o complejo y que todo dependerá de los objetivos por el cual se utiliza.

No es sencillo su elaboración, es decir, no se debe elaborar al antojo ni a la ligera; más bien, requiere que se lleve a cabo un proceso, estructura y revisión tanto de contenido como de las dimensiones conceptuales que se pretende medir y para esto, se puede recurrir a diversas técnicas, como el Alfa de Cronbach para medir la confiabilidad, y el Análisis Factorial Exploratorio para determinar la validez, por mencionar algunos.

Otro aspecto importante, que se señala en el mismo artículo, es que no se debe confundir el término encuesta con cuestionario.

Puesto que la encuesta es un método y el cuestionario el instrumento que servirá al proceso de recolección de datos.

En todos los contextos, donde exista la necesidad de medir o de evaluar algo, se diseñarán cuestionarios que podrán ser en físico (papel), o digital. Este último, es el más común en los últimos años dada la versatilidad en la recogida de datos, ahorro de tiempo y recursos, así como la posibilidad de contar con datos en tiempo real; y el cual se afianzó aún más en época de la pandemia debido al COVID 19.

No obstante, en este artículo se hace referencia al cuestionario diseñado para el Concilio General de las Asambleas de Dios de Panamá, a través del Centro Misionero Cristiano, quien realiza como su principal actividad el evento denominado CONQUISTA para la capacitación ministerial dirigida a los Pastores de todo el país y a sus familias.

Este evento se realizó por última vez en 2018 antes de la Pandemia del COVID-19, y pese a que se utilizó para recabar información sobre la satisfacción de los asistentes al mismo, medido en diversos aspectos de interés, quedó la necesidad de conocer si el instrumento realmente era válido y

confiable para tomar decisiones respecto al evento, que además pudiera ser aplicado en los próximos eventos a desarrollarse. Entre las dimensiones evaluadas están: liderazgo, servicio en cuanto alimentación, hospedaje, exposición de los temas y la evaluación de los aprendizajes.

Por lo tanto, el objetivo se centró en determinar la validez y la confiabilidad del instrumento utilizado para valorar la satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA Panamá, 2018.

## **2. MÉTODO**

El estudio que se realizó es de tipo cuantitativo no experimental en el cual se emplea una base de datos que totaliza 115 asistentes, estructurada a partir del cuestionario para evaluar el nivel de satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA en el año 2018 y que fuera suministrada por el Centro Misionero Cristiano.

El cuestionario estuvo conformado por 48 preguntas cerradas en su mayoría de escala Likert de entre 5 a 7 niveles. Se incluyen algunas preguntas abiertas para fundamentar las respuestas.

Como método de análisis se emplean el Alfa de Cronbach para medir la confiabilidad de los datos y el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para validar las dimensiones establecidas en el cuestionario.

El análisis de Alfa de Cronbach es muy útil para responder el nivel de confiabilidad de los datos, particularmente en escala Likert, es decir, en escala ordinal de más de 2 niveles. Torres-Leandro (2021) señala la importancia en que todo cuestionario sea revisado y valorado su confiabilidad; en este caso, el Alfa de Cronbach se empleó para solo las preguntas ordinales en escala Likert de cinco niveles. El resultado obtenido mediante el SPSS arrojó un valor de 0.917,

esto es que estadísticamente, el cuestionario supone un alto nivel de confiabilidad de casi 92%.

El análisis Factorial exploratorio (AFE) es un método multivariado que busca determinar si los constructos o variables latentes propuestas en el cuestionario miden lo que se pretende medir. Esto es, que las dimensiones establecidas en el cuestionario observadas dan cuenta de la varianza común entre variables y por lo tanto, definen de forma preliminar los factores que se corresponden con las dimensiones o constructos que se pretenden medir (Mavrou, 2015). En este análisis es importante evaluar la normalidad, linealidad y multicolinealidad de los datos (Martínez-Arias, 1999).

Se utilizó el programa Microsoft Excel y SPSS para el procesamiento y análisis de los datos.

## **3. RESULTADOS**

Una rápida descripción de la muestra indicó que participaron 51.3% mujeres y 48.7% hombres con una amplia representación de adultos (45 y más años) que representaron el 57%. Dado que este evento es de carácter religioso, las categorías de los participantes se representaron en mayor proporción por Pastores (44%) y Líderes (36%). El resto correspondió a las esposas(os) y otros.

Desde el punto de vista de los propósitos del evento en el fortalecimiento de la Fe se busca proporcionarles herramientas y valor agregado a los asistentes. De manera, que un mayor número de los participantes en este evento indicaron haber recibido como valor añadido Nuevas fuerzas, Desafío y metas, Ánimo y fe; tal como se muestra en la Figura 1.

## Análisis factorial exploratorio para la evaluación del instrumento de satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA

**Figura 1. Valor añadido que recibió al participar en el evento CONQUISTA 2018**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Evento Conquista. 2018

En cuanto a la opinión de los asistentes con relación a sí se logró que el evento tuviera sentido para ellos desde el punto de vista de lo que el evento le puede ofrecer con relación a la Fe y su accionar en el ministerio, se pueden observar en la Figura 2, los resultados, en donde el aspecto Bíblico y con autoridad destaca sobre los demás aspectos evaluados.

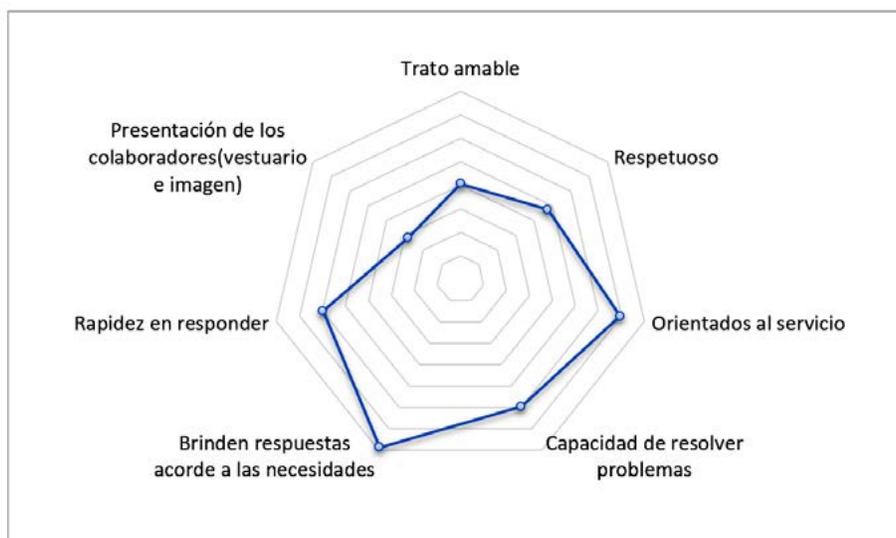
**Figura 2. Evaluación del expositor por parte de los participantes del evento CONQUISTA 2018**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Evento Conquista. 2018

En cuanto a la calidad de atención, se midió como se sintieron los asistentes con el evento valorando aspectos personales, de servicio, y otros, tal como se puede observar en la Figura 3. Se observó una mayor valoración en la importancia de brindar respuestas acordes con las necesidades de los asistentes, la orientación al servicio en segundo lugar y en tercero la rapidez en responder, y la capacidad de resolver problemas.

Figura 3. Calidad de Atención de los Servidores del Evento CONQUISTA 2018



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Evento Conquista. 2018

### Análisis Factorial Exploratorio (AFE)

El AFE se realizó con el apoyo del programa SPSS, en el cual se generaron algunos indicadores útiles para verificar los supuestos de la técnica.

El resultado de la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de:  $KMO = 0.625$  indica que tan adecuada es la muestra, siendo este índice superior a 0.5 (Méndez, 2012), lo que es aceptable para continuar con este análisis.

También hay que considerar la prueba de esfericidad de Bartlett, para la verificación o el cumplimiento o no de la siguiente hipótesis:

$H_0$ : Los ítems de la escala son independientes entre sí, por lo tanto, no se pueden agrupar en

uno o más factores.

$H_1$ : Los ítems de la escala son dependientes (correlacionados entre ellos) por lo tanto, se pueden agrupar en uno o más factores.

La prueba de Esfericidad de Barlett presentó un valor chi cuadrado de 6035,  $gl = 946$  ( $p < 0.001$ ), que indica que los ítems están correlacionados entre ellos lo que permite agruparlos en uno o más factores. Además, el KMO indica que se cuenta con una muestra suficiente con estos dos resultados favorables es posible continuar con el análisis factorial exploratorio.

El Cuadro 1 resume la matriz que explica el porcentaje de la varianza total explicada, usando el criterio de los autovalores mayores a 1 (conocida como regla k1), en el que se determinan 8 componentes.

Cuadro 1. Varianza Total explicada

| Componentes | eValue / Autovalores | % total de la varianza | % acumulado |
|-------------|----------------------|------------------------|-------------|
| 1           | 10.92                | 24.83                  | 24.83       |
| 2           | 6.27                 | 14.26                  | 39.08       |
| 3           | 5.50                 | 12.51                  | 51.59       |
| 4           | 4.23                 | 9.61                   | 61.20       |
| 5           | 2.71                 | 6.16                   | 67.36       |

## Análisis factorial exploratorio para la evaluación del instrumento de satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA

|   |      |      |       |
|---|------|------|-------|
| 6 | 1.55 | 3.52 | 70.87 |
| 7 | 1.23 | 2.80 | 73.67 |
| 8 | 1.07 | 2.43 | 76.10 |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Evento Conquista. 2018

Se puede observar que el componente 1 explica el 24.83% de la varianza y acumulativamente los 8 componentes en su totalidad explican el 76.10% de la varianza total acumulada.

Después de realizar la rotación Varimax se

determinó que los ocho (8) factores quedaron estructurados de la siguiente manera, como se presenta en el cuadro 2, en donde se ubica un nombre al factor y los ítems agrupados en cada uno de acuerdo con las cargas factoriales determinadas en el análisis.

**Cuadro 2. Factores y cargas determinadas mediante el AFE**

| Factores   | Cargas factoriales |
|--|--------------------|
| <b>Factor 1. Hospedaje</b>                           |                    |
| Uso de las instalaciones (piscina, gimnasio, etc.)   | 0.873              |
| Personal amable y atento                             | 0.853              |
| Descanso de calidad                                  | 0.815              |
| Habitaciones confortables                            | 0.813              |
| Limpieza   | 0.717              |
| Resuelven sin demoras a tiempo                       | 0.716              |
| Muy buena atención                                   | 0.710              |
| Opinión sobre el hotel                               | 0.665              |
| Ubicación  | 0.664              |
| <b>Factor 2. Alimentación</b>                        |                    |
| Comida con buen sabor                                | 0.840              |
| Sin demoras a tiempo                                 | 0.831              |
| Opinión sobre la comida                              | 0.828              |
| Variada  | 0.802              |
| Comida con buen olor                                 | 0.794              |
| Higiene y seguridad                                  | 0.789              |
| Comida bien preparada                                | 0.766              |
| Muy buena atención                                   | 0.742              |
| Caliente/Buena temperatura                           | 0.609              |
| <b>Factor 3. Calidad de la atención (Servidores)</b> |                    |
| Orientados al servicio                               | 0.971              |
| Rapidez en Responder                                 | 0.965              |
| Brindan respuesta acorde a la necesidad              | 0.929              |
| Trato amable   | 0.890              |
| Capacidad en resolver problemas                      | 0.881              |
| Respetuoso   | 0.872              |
| Presentación de colaboradores (imagen)               | 0.708              |
| <b>Factor 4. Eficiencia (Valor añadido)</b>          |                    |
| Desafío/Metas  | 0.946              |
| Claridad en la Visión                                | 0.899              |
| Ánimo/Fe   | 0.881              |

| <b>Factores</b>                                | <b>Cargas factoriales</b> |
|--|---------------------------|
| Herramientas para el Ministerio                | 0.878                     |
| Compromiso                                     | 0.841                     |
| Relaciones con otros Pastores                  | 0.805                     |
| Nuevas Fuerzas                                 | 0.736                     |
| <b>Factor 5. Exposiciones</b>                  |                           |
| Aplicable a la vida personal y espiritual      | 0.849                     |
| El tema despertó interés                       | 0.823                     |
| El conocimiento ayudará a otros                | 0.821                     |
| La conferencia cumplió sus expectativas        | 0.799                     |
| Es aplicable a las funciones que desempeña     | 0.774                     |
| Lenguaje claro y sencillo                      | 0.720                     |
| Bíblico y con autoridad                        | 0.685                     |
| Dominio del tema                               | 0.564                     |
| Alcanzó el tiempo en el desarrollo del tema    | 0.562                     |
| <b>Factor 6. Atención de la audiencia</b>      |                           |
| Mantuvo la atención de la audiencia            | 0.570                     |
| <b>Factor 7. Evaluación general del evento</b> |                           |
| Evaluación del Evento CONQUISTA 2018           | 0.874                     |
| <b>Factor 8. Tiempo de alabanzas</b>           |                           |
| Evaluación del tiempo de alabanzas             | 0.873                     |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Evento Conquista. 2018

De acuerdo con los ítems analizados, se pudieron agrupar en los ocho factores y a cada factor se le propuso un nuevo nombre como se puede observar en el cuadro 2, por ejemplo, el primer factor agrupa los ítems relacionados con el hospedaje; el cual agrupa el mayor porcentaje de varianza explicada (24.83%). El segundo factor, es el de Alimentación (14.26%); seguido por el factor 3 denominado Calidad de atención (Servidores) con un 12.51% de varianza explicada. El cuarto factor nombrado como Eficiencia (Valor añadido) con el 9.61%, el quinto denominado como Exposiciones (6.16%), y los tres últimos factores cada uno incluyó un solo ítems, pero importantes en la evaluación del evento, denominados: Atención de la audiencia (3.52%), Evaluación General del Evento (2.80%) y Tiempo de Alabanzas (2.43%), respectivamente.

De manera general, estos factores agrupan

un total de 76.10% de varianza; lo cual consideramos aceptable, toda vez que es la primera vez que se evalúa un instrumento de esta naturaleza y para este tipo de evento.

#### 4. DISCUSIÓN

El estudio realmente resulta interesante dado el campo de aplicación religioso, en particular, porque en nuestro país existen pocos estudios enfocados en este campo (Barragán, 2015) y mucho menos en la validación de un instrumento que sea útil para valorar las opiniones de los asistentes a un evento.

Sin embargo, el mayor aporte del análisis realizado es que a partir del análisis factorial exploratorio se pudo revisar y reducir los ítems del instrumento que realmente permiten generar información en cuanto a los principales aspectos que interesan evaluar en la realización de un evento de tal magnitud

## **Análisis factorial exploratorio para la evaluación del instrumento de satisfacción de los asistentes al evento CONQUISTA**

---

toda vez que implica recursos, esfuerzos logísticos, y financieros.

El evento CONQUISTA es organizado por las Asambleas de Dios, el cual es una organización de gran tamaño y relevancia denominándose la congregación Pentecostal más grande del mundo Namnún (2018), y en el cual los asistentes asisten de forma gratuita y cuya logística y costos recae en la organización religiosa.

El alfa de Cronbach en este análisis mostró un alto índice al ser un valor superior a 0.9 (Padrós-Blázquez, et al, 2022; Quezada Díaz, et al., 2022) presentando un buen indicador de confiabilidad.

El análisis realizado a través del Análisis Factorial Exploratorio mostró buenos indicadores que suponen el cumplimiento de los criterios mínimos para la determinación de los factores. Después de verificar la prueba de KMO = 63% y la prueba de esfericidad de Barlett ( $p < 0.001$ ) se determinó la continuación con el análisis, pues es recomendable como mínimo el cumplimiento de estos criterios o supuestos.

Esto es que los ítems presentan una muy buena correlación entre ellos que les permite agruparse en uno o más factores y que se cuenta con una muestra suficiente (Crespín, 2016; Chávez, 2017).

Finalmente, se agruparon las preguntas del cuestionario en ocho (8) factores que explican el 76.1% de la variabilidad acumulada y, por lo tanto, estos factores permitieron identificar las dimensiones de lo que se está midiendo en el cuestionario.

### **5. CONCLUSIÓN**

La técnica de Análisis Factorial Exploratorio es una técnica multivariada muy utilizada

en la evaluación de instrumentos por su practicidad y facilidad en la realización a través de los paquetes estadísticos y su interpretación.

El cuestionario presentó características psicométricas positivas lo que permitió establecer las preguntas y las dimensiones que mejor se correlacionan de acuerdo con las respuestas de los asistentes.

En este sentido se logró determinar los principales ítems del instrumento que aportan valor en la evaluación del evento, además, que se pudo generar ocho (8) principales variables que permiten medir aspectos fundamentales que son parte de la organización y objetivos del evento CONQUISTA de manera que queda un instrumento que, si bien es cierto, puede seguir mejorando, goza de características psicométricas aceptables para sus propósitos.

En cuanto a la satisfacción de los participantes, se pudo observar en términos generales un nivel de satisfacción valorados entre 4 y 5 puntos en la escala de Likert de cinco puntos, donde cinco representó la máxima puntuación de satisfacción; sin embargo, hay aspectos de gran importancia para los propósitos del evento que todavía pueden mejorar como, los relacionados con las temáticas bíblicas y de crecimiento espiritual, las presentaciones de los expositores y de los servidores que apoyan en la atención de los participantes a este evento.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses con respecto a la publicación de este documento.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Barragán (2015). Minorías religiosas un estudio pendiente y necesario. <https://www.panamaamerica.com.pa/opinion/minorias-religiosas-un-estudio-pendiente-y-necesario-987072>
- Bula M., R. (2021). Aspectos metodológicos para el diseño de encuestas. *Revista Científica Centros*, 4(2), 147-157. Recuperado a partir de [https://201.226.239.124/index.php/revista\\_cientifica\\_centros/article/view/992](https://201.226.239.124/index.php/revista_cientifica_centros/article/view/992)
- Crespín Elías, E. (2016). Análisis Multivariante: Aplicaciones con SPSS: UFG Editores, 1era Edición, El Salvador, San Salvador, pág 93
- Martínez Arias, R. (1999). El análisis multivariante en la investigación científica. Madrid: La Muralla.
- Mavrou, I. (2015). Análisis Factorial exploratorio: cuestiones conceptuales y metodológicas. *Revista Lingüística*. <https://www.nebrija.com/revista-linguistica/analisis-factorial-exploratorio.html>
- Méndez, C. y Rondón, M. (2012). Introducción al análisis factorial exploratorio. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41 (1), 197-207. Recuperado el 08 de febrero de 2023, de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74502012000100014&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502012000100014&lng=en&tlng=es).
- Namnún, J. (23 de enero de 2018). **9 cosas que debes saber sobre las Asambleas de Dios.** <https://www.coalicionporelevangelio.org/articulo/9-cosas-debes-saber-las-asambleas-dios/>
- Padrós-Blázquez, Ferran, Pintor-Sánchez, Blanca Edith, Martínez-Medina, María Patricia, & Navarro-Contreras, Gabriela. (2022). Análisis factorial confirmatorio del Cuestionario Breve de Conductas Alimentarias de Riesgo en universitarios mexicanos. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 26(1), 83-91. Epub 20 de junio de 2022. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.26.1.1487>
- Quezada Díaz, Belem, de la Hoz Becquer, Aime Margarita & Hindrichs, Imke. (2022). Construcción y propiedades psicométricas de tres escalas para evaluar la sobrecarga de trabajo desde casa durante el covid-19. *Psicogente*, 25 (47), 65-90. Epub 24 de enero de 2022. <https://doi.org/10.17081/psico.25.47.4713>
- Rodríguez-Rodríguez, J. y Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la confiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach.
- Torres-Leandro, J. (2021). Fiabilidad de las escalas: interpretación y limitaciones del Alfa de Cronbach. [https://www.researchgate.net/publication/350590351\\_Fiabilidad\\_de\\_las\\_escalas\\_interpretacion\\_y\\_limitaciones\\_del\\_Alfa\\_de\\_Cronbach](https://www.researchgate.net/publication/350590351_Fiabilidad_de_las_escalas_interpretacion_y_limitaciones_del_Alfa_de_Cronbach)



# INSTRUCCIONES PARA AUTORES

## REVISTA VARIANZA

Revista Científica del Instituto de Estadística Teórica y Aplicada (IETA),  
Carrera de Estadística, Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Universidad Mayor de San Andrés  
La Paz, Bolivia

ISSN 2789-3510, versión impresa

ISSN 2789-3529, versión en línea

<https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/revistavarianza/>

<https://ieta.umsa.bo/>

## MISIÓN

Difundir principalmente artículos originales de investigación científica en diferentes ámbitos de la vida, basados en el uso de métodos y técnicas estadísticas. También difundir artículos de naturaleza teórica en el campo de la Estadística. Todo ello con el propósito de contribuir al desarrollo de nuestra sociedad.

## VISIÓN

Llegar a ser la revista científica nacional de mayor calidad e impacto en el campo de la estadística aplicada y teórica, así como ser el principal referente para el contexto internacional.

## TIPOS DE MANUSCRITOS

En la Revista Varianza se publican principalmente **artículos originales**, aquéllos que resultan de una investigación científica y que contribuyen, en alguna medida, al conocimiento científico y/o solución de alguna problemática. Los artículos originales pueden ser de naturaleza teórica o práctica. Los de naturaleza práctica se enfocan en dar respuesta, con base en el uso de métodos y/o técnicas estadísticas apropiadas, a problemas o preguntas de investigación en distintos campos de la vida; mientras los de naturaleza teórica presentan un nuevo método o técnica estadística, o pueden ofrecer una versión mejorada de uno existente.

Además, si bien no son artículos originales de investigación, en la Revista Varianza también se publican otro tipo de manuscritos, como ser:

**De revisión**, que constituyen básicamente informes sobre avances o estado del arte de un tema particular, con base en la recopilación y selección de artículos científicos originales,

**Comunicaciones breves**, manuscritos que comunican de manera breve algunos datos de una investigación original que el editor cree que serán interesantes para muchos investigadores y que probablemente estimularán más la investigación en esa área,

**Estudios de caso**, informan los resultados sobre casos específicos de fenómenos interesantes. Su propósito es hacer que otros investigadores conozcan la posibilidad de que un fenómeno específico pueda ocurrir,

**Reseñas**, consisten en resúmenes concisos generalmente sobre libros recientemente publicados en el campo de la Estadística,

**Notas científicas**, presentan observaciones y descripciones científicas breves de métodos o resultados, comunican resultados de estudios pequeños, avances de trabajos de investigación o noticias de interés científico,

**De enseñanza**, son manuscritos sobre temas relacionados a la enseñanza de la Estadística, por ejemplo la comprensión de un teorema o un método de estimación. Tiene el propósito de clarificar y complementar los conocimientos estadísticos de los estudiantes y los docentes.

## **PROCESO DE REVISIÓN DE MANUSCRITOS**

Luego de haber recibido el manuscrito, se inicia el proceso de su revisión, el cual tiene tres etapas:

### **Primera etapa: Revisión por el editor**

En esta etapa, el editor revisa si el tema del manuscrito es apropiado para la Revista y si cumple con las instrucciones para los autores. Se revisa la pertinencia del manuscrito para la Revista, los aspectos de forma del manuscrito y el cumplimiento de requisitos básicos exigidos en las normas de la Revista Varianza. El autor será contactado para informarle si su manuscrito es apto para pasar a la revisión por pares a doble ciego o si requiere mejorar algunos detalles del manuscrito sugeridos por el editor o si es rechazado (por no presentarse en el formato exigido en las normas, por tener errores metodológicos importantes, porque el manuscrito ha sido publicado previamente o porque el aporte no es nuevo, entre otros). En caso de no existir faltas o errores, el manuscrito pasa a la segunda etapa.

### **Segunda etapa: Revisión por evaluadores externos**

Cada manuscrito que llega a esta etapa es sometido al proceso de revisión por pares a “doble ciego”. Esta modalidad significa que cada manuscrito es revisado por dos evaluadores externos a nuestra institución, ambos miembros del comité científico, con la restricción de que ni el evaluador sabe el nombre del autor del manuscrito y ni el autor sabe quiénes son sus evaluadores. Para la asignación del manuscrito a los dos evaluadores se toma en cuenta el vínculo entre el tema del manuscrito y la especialidad o experiencia de los evaluadores.

En esta etapa se evalúa rigurosamente el contenido del manuscrito, poniendo énfasis en los aspectos metodológicos. A través de una ficha de evaluación, el dictamen de la revisión es una de las siguientes cuatro alternativas: (i) aceptado sin modificaciones, (ii) aceptado con observaciones leves, (iii) aceptado con observaciones profundas o (iv) rechazado. Se comunica al evaluador tanto el dictamen como las observaciones, en caso de existir. Una vez que el autor subsana las observaciones, nuevamente el manuscrito corregido es derivado

al revisor para su evaluación, y así sucesivamente hasta que el manuscrito es aceptado o rechazado. En caso de no corregirse las observaciones, el manuscrito es rechazado.

Algunos aspectos que se toman en cuenta en la evaluación, son:

- a) Claridad en el planteamiento del objetivo principal y/o la hipótesis a probar.
- b) Pertinencia del método estadístico para el cumplimiento del objetivo y/o prueba de hipótesis.
- c) Datos apropiados para el cumplimiento del objetivo y/o prueba de hipótesis.
- d) Grado de profundidad de la investigación.
- e) Coherencia en el análisis cuantitativo, incluido la correcta interpretación de los resultados.
- f) Generación de nuevo conocimiento científico y aporte para la formulación de políticas, programas y proyectos.
- g) Pertinencia de la referencia bibliográfica usada.
- h) Calidad de la redacción, incluido el resumen (síntesis del manuscrito en forma clara y adecuada).
- i) Ajuste del formato a las normas APA.

### **Tercera etapa: Diagramación**

Los manuscritos aprobados por el comité científico pasan a diagramación, a una última revisión de redacción y a maquetación. Esta tarea es realizada por un profesional en diagramación y el editor, en coordinación con el autor. Se trata de una última revisión del manuscrito, sólo de forma. No se acepta ninguna modificación con relación al contenido del manuscrito ya aceptado, sea de texto, tabla o gráfico, como tampoco se acepta la inclusión de un texto adicional, una tabla o un gráfico.

## **FORMATO PARA ARTÍCULOS ORIGINALES DE INVESTIGACIÓN**

### **Título**

El título debe estar en español y en inglés, ambos en mayúscula, en no más de 15 palabras cada uno, por lo que debe ser lo más corto posible y debe reflejar plenamente el contenido del manuscrito.

### **Autor(es)**

Debajo del título deben colocarse el nombre completo del autor, su afiliación institucional durante la realización del manuscrito y su correo electrónico. Si son dos o más autores, colocar el nombre completo, la afiliación institucional y el correo electrónico de cada uno. Para el caso de dos o más autores, el principal autor es el que más ha contribuido a la investigación, y deberá encabezar la lista. En pie de página, y con la numeración correspondiente para cada autor, se debe informar la profesión, un breve curriculum vitae si se desea, y el número ORCID.

## **Resumen**

El resumen debe estar en español y en inglés, con títulos en mayúscula (RESUMEN y ABSTRACT, respectivamente), y muy bien redactado en no más de 250 palabras. Debe incluir con absoluta claridad y precisión el objetivo, la metodología, los datos usados, el principal resultado, alguna idea de discusión y la principal conclusión.

## **Palabras claves**

Debajo del resumen en español deben incluirse las palabras clave (Palabras clave), las cuales sirven para identificar el artículo por parte de usuarios nacionales e internacionales. Incluir de cuatro a siete palabras clave que no formen parte del título del artículo, ordenadas alfabéticamente y separadas por comas. Igualmente, debajo del resumen en inglés incluir las mismas palabras clave, pero en inglés (Key words).

## **Introducción**

Debe presentar el problema dentro de un marco teórico y/o revisión bibliográfica que acompañe a la hipótesis y/o objetivo principal del trabajo. El problema debe describir claramente lo que se resolverá con la investigación; la revisión bibliográfica expone el marco de referencia que da sustento al trabajo de investigación, resalta, a través de citas, estudios previos que se relacionan específicamente con la investigación; el objetivo principal debe indicar claramente, en forma precisa y sin ambigüedad, la finalidad de la investigación; mientras la hipótesis debe plantear lo que trata de probar la investigación. El objetivo y la hipótesis deben estar al final de esta sección.

## **Materiales y métodos**

En esta sección se describe minuciosamente la forma en que se realizó la investigación, de modo que un lector que acceda al artículo pueda comprenderlo plenamente y reproducirlo a fin de determinar la confiabilidad y la validez de los resultados. Esta sección debe describir claramente los aspectos principales respecto de los datos, los instrumentos, y los métodos y técnicas estadísticas usados en la investigación.

## **Resultados**

En esta sección se expone el principal o los principales hallazgos obtenidos con la investigación, todos ellos en estricta consonancia con el objetivo principal y/o con la hipótesis de la investigación. La correcta interpretación de los resultados es de suma importancia en esta sección. Para transmitir los principales hallazgos pueden incluirse, si es necesario, cuadros, gráficos y diagramas, evitando la redundancia, evitando un número excesivo de datos y manteniendo la objetividad (imparcialidad y honestidad). Todos los cuadros, gráficos y diagramas deben enumerarse en el orden que aparecen en el texto.

## **Discusión**

Esta sección está orientada a interpretar los resultados de la investigación en relación con el

objetivo principal, la hipótesis y el estado de conocimiento actual del tema de la investigación, esto es, se debe indicar qué significan los hallazgos encontrados y cómo estos se relacionan con el conocimiento actual sobre el tema.

Además de compararlos y contrastarlos con los resultados de otros estudios relevantes, resaltando sus limitaciones y ventajas tanto conceptuales como metodológicas, argumentar las implicaciones de los resultados para la formulación de políticas, programas y/o proyectos, y argumentar las implicaciones para futuras investigaciones.

### **Conclusiones**

Las conclusiones son derivadas de los resultados y de la discusión, y responden al objetivo y/o la hipótesis de la investigación. Constituyen los aportes y las innovaciones de la investigación

### **Agradecimiento**

En esta sección no se incluye ningún elemento científico, sólo se trata de ser cortés con quienes colaboraron en la investigación. Se puede reconocer la contribución de personas o instituciones que ayudaron realmente en la investigación, pero no se las puede considerar como coautores.

### **Conflicto de intereses**

Acá, el autor o autores deben declarar no tener ningún conflicto de intereses con su artículo científico.

### **Referencias bibliográficas**

Esta sección contiene la referencia de libros y artículos citados en las diferentes secciones del manuscrito, en formato APA. Debe existir siempre una correspondencia entre las citas que se hace en el trabajo y las que se lista en las referencias bibliográficas, ya que normalmente los lectores estarán interesados en verificar los datos que efectivamente se utilizaron para la investigación.

Ejemplos de cómo enunciar las referencias bibliográficas en formato APA se pueden encontrar en la siguiente dirección (URL): <https://normas-apa.org/referencias/>

## **ESPECIFICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS**

Los manuscritos que se presentan deben estar escritos en Word, hoja tamaño carta, doble columna, letra times new román de tamaño 11, espacio simple, margen izquierdo de 2.5 cm. y los demás márgenes de 2.0 cm. Todo el manuscrito, incluido texto, gráficos, cuadros, diagramas y otros, debe contener entre 10 y 20 páginas, con títulos y subtítulos enumerados. Los gráficos, cuadros y diagramas no deben exceder el 30 por ciento del manuscrito. Adicionalmente, todas las notas y referencias deben ir acorde al formato APA.

Para la presentación del manuscrito debe acompañarse una carta en la que se indique el tipo

de manuscrito que se está enviando (artículo original, revisión, estudio de caso, reseña, nota científica o manuscrito de enseñanza) a la siguiente dirección: [ieta@umsa.bo](mailto:ieta@umsa.bo). Los autores pueden enviar sus manuscritos en cualquier momento del año.

## **PERIODICIDAD DE LA PUBLICACIÓN**

La versión impresa de la Revista Varianza se publicó por primera vez el año 2001, desde ese año hasta el 2020 se publicó anualmente, si bien no se pudo editar en algunos años. Sin embargo, a partir del segundo semestre de 2021 la publicación es semestral, en los meses de abril y octubre.

En cambio, la versión digital (on line) de la Revista se publica desde el segundo semestre del año 2021, también en los meses de abril y octubre.

Con el propósito de incrementar la visibilidad de la Revista Varianza y facilitar la búsqueda de artículos por parte de los lectores, desde el año 2023 la Revista Varianza también se publica junto a las revistas científicas de otras unidades de la Universidad Mayor de San Andrés. Se puede acceder a la página a través de la dirección <https://ojs.umsa.bo/ojs/>.

## **CONFLICTO DE INTERESES**

La Revista Varianza tiene la política de evitar cualquier conflicto de interés de los autores, del comité editorial y del propio editor responsable. Se recomienda a cada autor evitar cualquier conflicto de interés relacionado con su artículo, debiendo comunicar oportunamente al editor responsable, como también se pide al comité editorial impedir cualquier conflicto de interés en el proceso editorial.

## **ÉTICA DE PUBLICACIÓN**

La revista Varianza tiene compromiso con la ética de la investigación, por ello, promueve los siguientes aspectos:

- a) Evitar conflictos de intereses
- b) Evaluar objetivamente los manuscritos
- c) Respetar los criterios de evaluación de los evaluadores
- d) Conservar la confidencialidad de los autores y evaluadores, durante todo el proceso de revisión.

## **FINANCIAMIENTO DE LA REVISTA**

La Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) asigna anualmente recursos financieros al Instituto de Estadística Teórica y Aplicada (IETA) para impresión y difusión de la Revista Varianza. La publicación en la revista es gratuita bajo la modalidad Open Access.

## **PROPIEDAD INTELECTUAL**

Para los manuscritos aceptados para su publicación, el o los autores deben autorizar formalmente al editor, a través de un documento firmado, su publicación en la Revista Varianza. En el documento firmado, el lector también afirma ser legítimo propietario del manuscrito a publicar y que no existe problemas de derechos de autor con terceros y/u otros conflictos de naturaleza ética. Todo el contenido de la Revista, excepto aquéllo que expresamente sea identificado, está bajo la licencia Creative Commons.

## **LICENCIAMIENTO**

La Revista Varianza se encuentra bajo licenciamiento Creative Commons atribución CC BY <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. La licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

*Dirección: Calle 27 de Cota Cota  
Bloque F.C.P.N. - Primer Piso  
Email: [ieta@umsa.bo](mailto:ieta@umsa.bo)  
Página web: <https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/revistavarianza>*

*La Paz - Bolivia*