

Determinantes de la aceptación de la vacuna contra el COVID-19*

Gilmar E. Belzu Rodriguez Juan de Dios Fernandez Campos**

Resumen:

El presente trabajo estima la aceptación aproximada ante la vacunación del COVID-19 entendida como la disposición a recibir la vacuna y la cantidad de dosis recibidas, utilizando la Encuesta Nacional de Hogares (EH) del año 2021 para Bolivia. Estimando la aceptación con modelos de Poisson cero-inflado y de obstáculo (Hurdle Poisson) emergen como variables explicativas la desconfianza, edad, ingresos, educación, etnicidad y uso de internet para leer noticias y entrar a redes sociales. Los hallazgos del documento deberán confirmarse en estudios de carácter longitudinal y/o encuestas enfocadas en reticencia a la vacunación.

Clasificación JEL: C25, I12, I18

Palabras clave: Vacunación, Reticencia, Poisson cero-inflado

*El contenido del presente documento es de responsabilidad de los autores y no compromete la opinión de Fundación ARU. Agradecemos a Miguel Vera por su colaboración.

**Comentarios y sugerencias son bienvenidos a: gbelzu@aru.org.bo o jfernandez@aru.org.bo

Abstract:

This paper estimates the approximate acceptance of COVID-19 vaccination understood as the willingness to receive the vaccine and the number of doses received, using the 2021 Household Survey (EH) for Bolivia. Estimating acceptance with zero-inflated Poisson and Hurdle Poisson models, distrust, age, income, education, ethnicity and internet use to read news and access social networks emerge as explanatory variables. The findings of the paper should be confirmed in longitudinal studies and/or surveys focused on vaccination reluctance.

JEL Classification: C25, I12, I18

Keywords: Vaccination, Reluctance, Zero-inflated poisson

1. Introducción

La pandemia de COVID-19 ha traído al mundo desafíos sin precedentes, transformando nuestro estilo de vida y causando enfermedad y muerte generalizada. Mientras la comunidad científica se unía para producir con urgencia una vacuna que detenga los daños, ha resurgido ante una serie de factores complejos y polifacéticos, segmentos poblacionales indecisos, escépticos, reacios o directamente reacios a las vacunas.

La pandemia del COVID-19 puede considerarse un unificador global, ya que todos los países del mundo se enfrentaron al reto de contener la propagación del SARS-CoV-2, donde el desarrollo de una vacuna contra el COVID-19 representó el santo grial para las organizaciones sanitarias mundiales (?). Es en este contexto de crisis global que la indecisión o el rechazo ante las vacunas fue y es un obstáculo para la inoculación oportuna.

Una versión simplificada y construida mediante consenso respecto a la definición de reticencia ante la vacunación es la brindada por el modelo de las 3 "C": confianza, complacencia y conveniencia. Cuyos componentes se refieren específicamente a la falta de confianza en la vacuna, seriedad insuficiente respecto a la enfermedad y la percepción inoportuna de acceso a vacunación (OMS, 2014).

En Latinoamérica, algunos de los factores incidentes relacionados con la pandemia del COVID-19 son, de acuerdo con (?), los sistemas de salud debilitados, la pobreza y la informalidad laboral que han dificultado los confinamientos estrictos. También las comorbilidades, como la obesidad, diabetes e hipertensión, que tienen una alta prevalencia en la región, se han identificado como factores de riesgo para complicaciones y muerte por COVID-19.

Es en este sentido que el estimar la proporción poblacional que presentó reticencia a la vacunación se constituye en un esfuerzo de vislumbrar factores de

importancia para caracterizar la incidencia particular del COVID-19 en Bolivia. Siendo la población reticente una preocupación legítima para la salud pública y la eficacia de las vacunas, la investigación presentada a continuación estima la aceptación a la vacunación contra el COVID-19 utilizando la Encuesta Nacional de Hogares (ENH) del Instituto Nacional de Estadística (INE) de Bolivia para el año 2021.

A través de las regresiones de los modelos Poisson de inflación cero y el modelo de obstáculo (hurdle), el documento aporta a la literatura existente mediante la identificación de aquellos determinantes de mayor significancia.

Estos modelos se utilizan habitualmente en estudios de datos de recuento, como aquellos acerca de la utilización de asistencia sanitaria o la incidencia de enfermedades. El modelo Poisson cero-inflado permite incorporar el exceso de recuentos cero en los datos, mientras que el modelo hurdle aborda el problema del exceso de recuentos cero y la sobredispersión.

El uso de ambos permite controlar eficazmente las posibles variables de confusión e identificar los predictores más importantes. Con esta investigación se pretende arrojar algunas luces sobre aquellos factores subyacentes capaces de fortalecer la actual comprensión de las debilidades del alcance del sistema de salud nacional referentes a las vacunas y, en última instancia, informar para repensar las estrategias hacia adelante para abordar esta problemática.

Deberá tenerse en cuenta como limitante la manera en como se estableció la prioridad del despliegue de vacunas en el territorio boliviano, cuyo carácter etario influyó en los datos utilizados al representar inadecuadamente a los segmentos de menor edad que accedieron a la vacuna de forma posterior. Así como también que los resultados y tendencias expuestos a continuación deberán ser confirmados en estudios de corte longitudinal, dado que el rango temporal transversal es insuficiente para el diseño de una política pública de inclusión para la población reticente.

El documento está organizado de la siguiente forma: se exhibe, primero, algunas nociones teóricas importantes para referirse a la reticencia ante las vacunas y su importancia para la salud pública, después, se mencionan aportes de la literatura pertinentes al enfoque investigativo del trabajo. En tercer lugar, se detalla la metodología, incluyendo las fuentes de información y la forma de tratamiento de las variables fundamentales. Posteriormente, se presentan y discuten los resultados del estudio, destacando los hallazgos más significativos y sus implicaciones. Para finalmente ofrecer una síntesis investigativa que esboce recomendaciones en política pública para la problemática tratada.

2. Marco Teórico

Las vacunas constituyen uno de los mayores logros médicos de todos los tiempos, permitiendo reducir sustancialmente la incidencia de enfermedades mortales para la humanidad. Sin embargo, desde que existen las vacunas también ha existido escepticismo, cuando no antagonismo, a la vacunación como tecnología médica (Trogen y Pirofski, 2021).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) entiende a la indecisión ante la vacunación como un comportamiento determinado por la confianza (no confiar en la vacuna o el proveedor), complacencia (no percibir la necesidad de una vacuna, no valorarla) y conveniencia (acceso).

La indecisión ante la vacuna es un tema complejo y específico en contexto, variante a través del tiempo, lugar y vacuna. La decisión individual respecto a la vacunación “implica factores emocionales, culturales, sociales, espirituales y políticos, tanto como cognitivos” (Dubé y cols., 2013, p. 1770).

Con el fin de perfeccionar la definición de reticencia a la vacunación, el Grupo Consultivo Estratégico de Expertos (SAGE en inglés) formuló tanto el modelo intuitivo de complacencia, conveniencia y confianza (explicado con anterioridad), como también desarrollaron una matriz que busco captar mejor la complejidad de las influencias contextuales, individuales, grupales y específicas de la vacuna/vacunación. La matriz (disponible en Anexos) incluye factores determinantes derivados de diversas fuentes: estudios de investigación, experiencia de los miembros del grupo de expertos, opiniones de externos que trabajan en el área, revisión sistemática de factores determinantes y resultados de la encuesta a responsables de inmunización del grupo de trabajo.

La tendencia a dudar de las vacunas ha sido reconocida como creciente por la comunidad científica, a pesar de no contar con estimaciones precisas de la proporción poblacional reticente a las vacunas. Los individuos indecisos tienen grados variantes de reticencia ante las vacunas, componiendo un grupo heterogéneo que abarca a aquellos que reportan incertidumbre ante su aplicación, rechazo parcial y rechazo completo (OMS, 2014).

De acuerdo con ? (?), en la actualidad existen pruebas que sugieren que las tendencias a dudar de las vacunas se han agudizado en los últimos años. Además, los debates sobre la vacunación son cada vez más complejos a medida que se introducen más vacunas en los programas nacionales de inmunización y las redes sociales que dan lugar al intercambio viral de opiniones y hasta desinformación.

Dentro de estas últimas, las “noticias falsas” presentes en forma de publicaciones y vídeos en redes sociales como Facebook, Twitter y YouTube, generaron en algunos casos desinformación capaz de repercutir negativamente en la salud pública. La OMS denominó infodemia a las noticias falsas difundidas a

través de los medios digitales, mientras que la UNESCO las calificó de desinfectodemia. (Parthasarathi y cols., 2022). La aceptación pública continua de las vacunas es requerida para poder mantener la inmunidad de rebaño, prevenir los brotes de enfermedades prevenibles y asegurar la adopción de nuevas vacunas (Puri, Coomes, Haghbayan, y Gunaratne, 2020).

3. Revisión Bibliográfica

En la literatura referente a determinantes del rechazo ante las vacunas es importante el aporte de Hudson y Montelpare (2021), quienes hacen una revisión de investigaciones relevantes al tópico de factores individuales y demográficos asociados al rechazo ante las vacunas, encontrando que los determinantes que emergieron en la literatura fueron edad, ingreso, nivel educativo, educación sanitaria, área (rural) y estado civil, incluyendo como factores de diferencia individual la desconfianza en la autoridad, repulsión al asco y la aversión al riesgo.

El aporte de Bertoncello y cols. (2020), busca explorar desigualdades socio-económicas en la reticencia y el rechazo a las vacunas, analizan una encuesta virtual para familias en Italia, que tienen por lo menos un hijo en la edad entre 3 meses y 7 años. Contando con más de 3000 respuestas, hallan que incrementos en los niveles de dificultades económicas están significativamente asociados con reticencia, pero no con rechazo, como también que niveles bajos de educación de ambos padres estarían asociados a rechazo hacia las vacunas.

Un acercamiento relacionado con la metodología del presente trabajo es el de Wang y cols. (2021), quienes llevaron a cabo una encuesta de aceptación de la vacunación contra la gripe estacional en el contexto de la pandemia del COVID-19, a mujeres embarazadas en China (siendo ellas una población prioritaria ante el riesgo de complicaciones). Utilizando una regresión logística para identificar factores asociados con la aceptación de la vacuna, encontraron que la tasa de aceptación era de 76.5 % en una muestra de 2568 mujeres. La región occidental, el bajo nivel educativo, la experiencia previa de vacunación contra la gripe, el alto nivel de conocimientos sobre la infección gripal y la vacuna, los altos niveles de susceptibilidad percibida, fueron algunas de las características halladas asociadas significativamente con la aceptación de la vacuna contra la gripe estacional.

Posterior a la vacunación del COVID-19, Borga, Clark, D'Ambrosio, y Lepinteur (2022), analizan los predictores de reticencia hacia la vacunación para seis países europeos en una encuesta longitudinal. Para ello estiman un modelo de probabilidad lineal cuyos resultados permiten la comparación con escenarios de elección hipotéticos establecidos con anterioridad, como también permiten identificar a aquellos grupos poblacionales con mayor reticencia y

Determinantes de la aceptación

de la vacuna contra el COVID-19

que debieran ser focalizados por la política pública. Hallan que el 13 % de la muestra no desea ser vacunada y que la educación postsecundaria, el hogar propio y padecer una enfermedad subyacente son variables asociadas con menor reticencia.

También Khan, Watanapongvanich, y Kadoya (2021), estudiaron la reticencia a la vacunación contra el COVID-19 en la población de ciudadanos adultos y jóvenes de Japón (mayores a 20 años en adelante). Si bien trabajaron con limitaciones como datos autodeclarados, encuestas virtuales (segmentando a los estratos socioeconómicos más altos debido a la desigual penetración de Internet) o tamaño desigual de la muestra. Aplicando un modelo probit, encontraron que la reticencia fue significativamente mayor en la población más joven de la muestra, donde el estado de salud subjetivo y la ansiedad sobre el futuro tuvieron una fuerte asociación a no vacunarse entre los adultos jóvenes, independientemente del género. Los autores presentan evidencia de reticencia que deberá ser complementada con estudios longitudinales.

Destaca dentro de las investigaciones que utilizan la metodología de Poisson cero-inflado el aporte de Loeys, Moerkerke, De Smet, y Buysse (2012), quienes explican el modelo Poisson cero-inflado y el modelo Poisson Logit de obstáculo (PLH), así como sus extensiones binomiales negativas, aplicados a una encuesta ejemplo que busca medir la incidencia del número de comportamientos de persecución no deseados en exparejas. Hallan que la elección entre los modelos Poisson de obstáculo y de inflación cero debe basarse en el objetivo y los criterios de valoración del estudio. Si el objetivo es predecir, es indiferente la elección del modelo dadas las similitudes predictivas. Sin embargo, si el objetivo es la inferencia, la elección del modelo está relacionada con el objetivo del estudio.

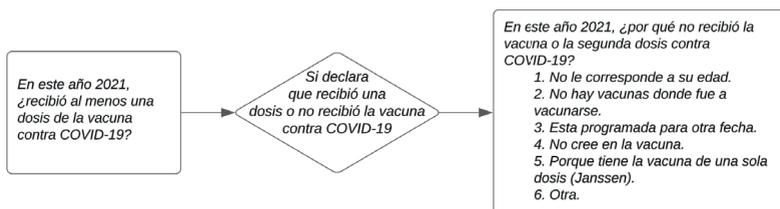
Relacionados con la temática del presente trabajo, el documento de Rose, Martin, Wannemuehler, y Plikaytis (2006) contrastando entre el ajuste de los modelos Poisson, Binomial Negativo (NB), Poisson cero-inflado (ZIP), Binomial Negativo cero-inflado (ZINB), Hurdle Poisson (PH) y Hurdle Binomial Negativo (NBH) para datos de recuento de eventos adversos con vacunas con presencia significativa de ceros y heterocedasticidad. Concluyen que si el diseño del estudio da lugar a criterios de valoración de recuento con ceros tanto estructurales como muestrales, entonces suele ser más apropiado el marco de modelización de ceros inflados, mientras que, mientras que si el criterio de interés por diseño solo presenta ceros muestrales, entonces es preferible el modelo de obstáculos.

Existen otros estudios han utilizado modelos de Poisson con inflación cero para analizar datos de salud pública, incluidos estudios sobre mortalidad de menores de cinco años en Etiopía (Fenta, Fenta, y Ayenew, 2020), infecciones bacterianas en pacientes con diabetes tipo 1 (Simonsen y cols., 2015), y datos de violencia doméstica (Famoye y Singh, 2006).

4. Metodología

Para la presente investigación se utilizó la Encuesta Nacional de Hogares (ENH) del Instituto Nacional de Estadística (INE) del año 2021 para Bolivia. En la versión realizada para ese año se incorporaron nuevas preguntas dentro de la sección de salud relacionadas con la pandemia del COVID-19, para los fines de este estudio son de interés particular las preguntas mostradas en la figura 1. Al momento de la encuesta, se proporcionaban vacunas para todas las personas mayores a 18 años.

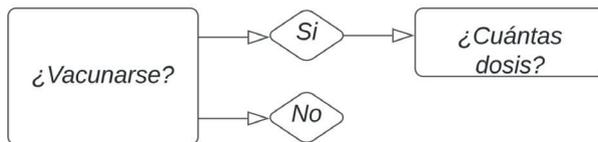
Figura 1: Preguntas relevante de reticencia



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta de Hogares 2021.

En particular, respecto a la pregunta de opción múltiple que indaga sobre las razones por las cuales una persona no habría recibido la vacuna o segunda dosis en 2021, alarma que la opción "No cree en la vacuna" haya sido la principal seleccionada para todas aquellas personas mayores a 18 años que no habrían recibido en una vacuna en 2021 (disponible en anexos), con un valor de aproximadamente 40%¹.

Figura 2: Toma de decisiones con respecto a la vacuna



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta de Hogares 2021.

El histograma de la figura 3 muestra una gran cantidad de personas que recibieron 0 dosis (alrededor del 30%), siendo el segundo grupo detrás de las personas que recibieron 2 dosis (65,18%). Debido a la presencia abundante

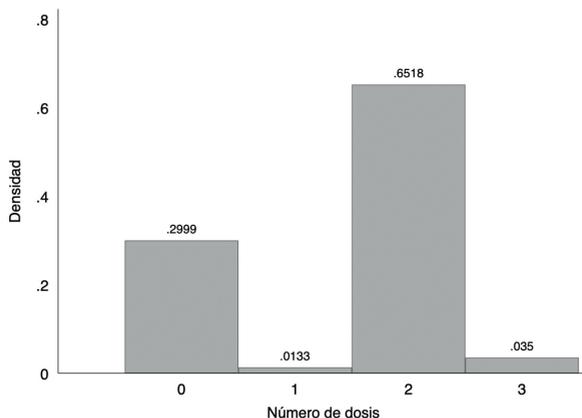
¹ Para el análisis posterior se eliminaron las opciones 1, 3 y 5 de la figura 1, ya que no expresan un rechazo a la vacuna sino un problema de accesibilidad.

Determinantes de la aceptación

de la vacuna contra el COVID-19

de recuentos cero en los datos, se ha escogido un modelo Poisson de inflación cero (ZIP por sus siglas en inglés) y un modelo de obstáculo (Hurdle Poisson) utilizados habitualmente en estudios de datos de conteo.

Figura 3: Histograma del número de dosis de vacunas recibidas



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta de Hogares 2021.

El modelo ZIP permite incorporar el exceso de recuentos cero en los datos, mientras que el modelo hurdle aborda el problema del exceso de recuentos cero y la sobredispersión. Ambos modelos pretenden estimar la toma de decisiones graficada en la figura 2, bajo el supuesto de que en primer lugar las personas eligen entre vacunarse o no (lo que explicaría la gran cantidad de ceros) y si la respuesta es positiva, las personas deciden cuantas dosis de vacunas recibir.

Cameron y Trivedi (2013) aclaran que los modelos ZIP y Hurdle pueden considerarse modelos de mezcla finita con una distribución degenerada concentrada en cero. Este exceso de ceros se caracteriza porque el suceso de interés para el estudio es experimentado por pocos de los sujetos de una muestra.

La metodología ZIP de Lambert (1992) para el tratamiento de datos de conteo con gran cantidad de ceros, asume con la probabilidad (p) que la única posible observación es 0 y con probabilidad ($1 - p$) que se observa una variable Poisson (λ) aleatoria. Tanto la probabilidad de (p) como el número medio de aparición de variables aleatorias (λ) pueden depender de covariables.

La estimación por máxima verosimilitud para este modelo es aproximadamente normal para muestras grandes (Loeys y cols., 2012).

$$P(Y_{ij} = y_{ij}) = \begin{cases} p_{ij} + (1 - p_{ij}) e^{-\mu_{ij}} & y_{ij} = 0 \\ (1 - p_{ij}) \frac{e^{-\mu_{ij}} \mu_{ij}^{y_{ij}}}{y_{ij}!} & y_{ij} > 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$p_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-\eta_{ij}}} \quad (2)$$

De acuerdo a la sintaxis de Rose y cols. (2006): y_{ij} es el número de eventos esperado para el participante i con la dosis j , p es la probabilidad de ser un cero por exceso y μ es una media condicional. Para los modelos de obstáculo y cero-inflados la probabilidad de cero se estima con el modelo logístico expresado en (2) donde η está relacionado con un set de variables explicativas.

$$\begin{aligned} P[y = 0] &= f_1(0) = p \\ P[y = i] &= (1 - p) \frac{f_2(i)}{1 - f_2(0)} = (1 - p) f'_2(i) \quad i > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Para las ecuaciones del modelo Hurdle que, a diferencia de los modelos de inflación cero, pueden interpretarse como modelos de dos partes. La primera parte suele ser un modelo de respuesta binaria y la segunda un modelo de recuento truncado en cero (Rose y cols., 2006). Esta característica de separación de procesos permite la creación y superación de umbrales, debido a que una parte del modelo actúa como barrera que calcula la probabilidad de que se pueda superar el umbral.

La sintaxis básica del modelo nos muestra dos funciones de densidad de probabilidad para números enteros no negativos, donde f_1 se ocupa de la parte del obstáculo y f_2 el recuento tras superar el umbral. Al igual que el modelo ZIP, utilizamos la regresión logística para modelar p .

En el cuadro 1 se describen las variables a ser utilizadas en los modelos. Como variable explicada principal para los modelos se utiliza la variable discreta dosis, que tiene en el rango posible de 0 a 3 vacunas recibidas por un individuo. Le siguen las variables independientes.

Cuadro 1: Descripción de las variables

Variable	Definición
Dosis	Número de vacunas recibidas por persona.
Edad	Variable categórica de años declarados en cuatro categorías: 18-24, 25-44, 45-64 y 65 o más.
Mujer	Variable dicotómica donde 1 = Mujer y 0 = Hombre.
Ln(ingreso)	Logaritmo natural de los ingresos del hogar per capita en Bs.
Educación	Años de educación declarados en cuatro categorías: Ninguno, primaria, secundaria, superior.
Ocupado	1 = Tiene empleo, 0 = Caso contrario.
Síntomas	1 = Presento síntomas de COVID-19, 0 = Caso contrario.
Rural	1 = Residencia en el área rural, 0 = Caso contrario.
Etnicidad	1 = Si aprendió a hablar una lengua nativa como primer idioma, 0 = Caso contrario.
Dependientes	Número de personas mayores a 60 años dentro del hogar.
Redes	1 = Usa internet para entrar a RRSS (Facebook, Twitter, Instagram, Tiktok), 0 = Caso contrario.
Noticias	1 = Usa internet para leer noticias, periódicos o revistas de actualidad, 0 = Caso contrario.
Desconfianza	1 = No recibió la vacuna porque no cree en ella, 0 = Caso contrario.

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta de Hogares 2021.

Cuadro 2: Resumen estadístico de las variables

Variable	Media	Des. Est.	Mín.	Máx.
Dosis	1.43	0.96	0	3
Edad	42.7	16.9	18	98
Mujer	0.52	0.50	0	1
Ingreso pc	1656	1518	6	44,117
Educación	10.4	5.13	0	23
Ocupado	0.67	0.47	0	1
Síntomas	0.14	0.35	0	1
Rural	0.22	0.41	0	1
Etnicidad	0.27	0.44	0	1
Dependientes	0.43	0.71	0	4
Redes	0.58	0.49	0	1
Noticias	0.27	0.45	0	1
Observaciones	22541			

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta de Hogares 2021.

La estadística descriptiva se presenta en el cuadro 2 con información comple-

ta para 22541 observaciones. Cabe aclarar que la variable dosis tiene una tasa de respuesta de aproximadamente el 65 % con relación al total de la muestra, probablemente asociado al despliegue por etapas de la vacuna, priorizando a los segmentos etarios de adultos mayores al componer ellos la población de mayor riesgo.

5. Resultados

A continuación, se muestran los resultados del modelo ZIP y el modelo Hurdle. Como menciona Feng (2021) el modelo ZIP, asume que los ceros provienen de dos tipos de distribuciones; los ceros estructurales y los ceros muestrales; los ceros estructurales son aquellos que provienen de un proceso previo a la decisión de cuantas dosis de vacunas tomar, en este proceso previo la persona decide vacunarse o no y después decide la cantidad de dosis.

Por otro lado, los ceros muestrales provienen de aquellas personas tomaron la decisión de vacunarse, pero durante el periodo de la encuesta no recibieron ninguna dosis. La principal diferencia entre el modelo de Poisson con inflación de ceros y el modelo Hurdle, es que el último asume que todos los datos que registran cero, provienen del proceso estructural.

Aunque los resultados son similares para ambos modelos, una comparación mediante los criterios de AIC y BIC (Tabla 5), nos muestra que el modelo Hurdle funciona mejor para la modelación de los datos apoyando la hipótesis de que la mayoría de los ceros proviene de un proceso estructural.

La primera etapa del modelo Hurdle en la parte inferior de la tabla 4, nos señala que las variables de desconfianza y etnicidad, disminuyen la probabilidad de tener valores positivos, es decir, disminuyen la probabilidad que se opte por recibir una vacuna; por su parte, a mayor edad, educación e ingresos la probabilidad de optar por recibir una vacuna es mayor.

La segunda etapa (parte superior) muestra coeficientes positivos para la edad, logaritmo del ingreso per cápita, educación (a excepción de primaria) y cantidad de personas dependientes. Por otro lado, los coeficientes de ocupado, etnia tienen signos negativos. Por otro lado, las personas que usan internet para leer noticias son más propensas a recibir más vacunas, lo mismo para las personas que usan internet para las redes entrar a redes sociales aunque con una significancia estadística menor.

Determinantes de la aceptación

de la vacuna contra el COVID-19

Cuadro 3: Resultados modelo ZIP

Dosis		
Edad 25 a 44	0.050***	(0.011)
Edad 45 a 64	0.150***	(0.012)
Edad 65 +	0.180***	(0.014)
Mujer	-0.005	(0.005)
Ln(ingreso)	0.042***	(0.004)
Primaria	0.052***	(0.020)
Secundaria	0.089***	(0.021)
Superior	0.159***	(0.021)
Ocupado	-0.022***	(0.006)
Síntoma	-0.016**	(0.008)
Rural	0.045***	(0.009)
Etnicidad	-0.078***	(0.010)
Dependientes	0.036***	(0.004)
Redes	0.029***	(0.008)
Noticias	0.002	(0.006)
<i>Constante</i>	0.089***	(0.035)
Inflata		
Desconfianza	10.398***	(0.368)
Edad 25 a 44	-1.290**	(0.584)
Edad 45 a 64	-2.349***	(0.616)
Edad 65 +	-3.016***	(0.672)
Mujer	0.268	(0.245)
Ln(ingreso)	-0.161	(0.162)
Primaria	-0.167	(0.760)
Secundaria	-0.707	(0.792)
Superior	-1.900**	(0.832)
Rural	-0.523	(0.397)
Etnicidad	2.993***	(0.451)
Redes	0.279	(0.404)
Noticias	0.598*	(0.355)
<i>Constante</i>	-3.124**	(1.517)

Errores estándar en paréntesis

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4: Resultados modelo Hurdle Poisson

Dosis		
Edad 25 a 44	0.022***	(0.005)
Edad 45 a 64	0.085***	(0.007)
Edad 65 +	0.144***	(0.011)
Mujer	0.003	(0.004)
Ln(ingreso)	0.025***	(0.003)
Primaria	0.023	(0.014)
Secundaria	0.047***	(0.015)
Superior	0.062***	(0.015)
Ocupado	-0.021***	(0.005)
Síntoma	-0.002	(0.006)
Rural	0.012**	(0.006)
Etnicidad	-0.017***	(0.006)
Dependientes	0.021***	(0.004)
Redes	0.011*	(0.005)
Noticias	0.017***	(0.005)
<i>Constante</i>	1.741***	(0.025)
Probit		
Desconfianza	-3.472***	(0.063)
Edad 25 a 44	0.203***	(0.035)
Edad 45 a 64	0.651***	(0.044)
Edad 65 +	0.887***	(0.058)
Mujer	-0.036	(0.026)
Ln(ingreso)	0.150***	(0.017)
Primaria	0.181***	(0.065)
Secundaria	0.352***	(0.070)
Superior	0.773***	(0.075)
Rural	0.199***	(0.036)
Etnicidad	-0.430***	(0.032)
Redes	0.074**	(0.035)
Noticias	-0.051	(0.032)
<i>Constante</i>	-0.592***	(0.139)
Insignia		
<i>Constante</i>	-1.372***	(0.014)

Errores estándar en paréntesis

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5: Comparación de modelos por el criterio de AIC y BIC

Modelo	AIC	BIC
ZIP	49830.85	50071.54
Hurdle	13651.54	13892.24

Fuente: Elaboración propia

Determinantes de la aceptación

de la vacuna contra el COVID-19

Para una correcta interpretación, se muestran los efectos marginales para el modelo hurdle en el cuadro 6; tener entre 65 o más años de edad se asocia con tener un incremento de 0.70 en las vacunas recibidas con respecto a las personas de 18 a 24 años; un incremento en 1 % en el ingreso per cápita incrementaría las vacunas recibidas en 0.12; tener estudios superiores está asociado con 0.59 vacunas recibidas más que las personas que no tienen ninguna educación; estar ocupado reduce las vacunas en 0.02; pertenecer a una etnia, según el primer idioma aprendido disminuye las vacunas recibidas en -0.32, tener una persona dependiente dentro del hogar aumenta las vacunas recibidas en 0.02, y por último, usar internet para entrar a redes sociales incrementa la dosis de vacunas recibidas en 0.06.

Cuadro 6: Efectos marginales en medias modelo Hurdle Poisson

Edad 25 a 44	0.169***	(0.027)
Edad 45 a 64	0.523***	(0.031)
Edad 65 +	0.704***	(0.037)
Mujer	-0.023	(0.018)
Ln(ingreso)	0.124***	(0.012)
Primaria	0.144***	(0.047)
Secundaria	0.283***	(0.050)
Superior	0.592***	(0.054)
Ocupado	-0.015***	(0.003)
Síntoma	-0.001	(0.004)
Rural	0.150***	(0.026)
Etnicidad	-0.318***	(0.023)
Dependientes	0.015***	(0.003)
Redes	0.060**	(0.025)
Noticias	-0.025	(0.023)
Desconfianza	-2.465***	(0.060)

Errores estándar en paréntesis

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones

Tras haber realizado un análisis al comportamiento de las covariables presentes en los modelos de recuento para el número de dosis reportados en la ENH 2021, se halla como variables de mayor relevancia a la edad, la educación y los ingresos per cápita y la etnicidad, que varían la probabilidad de aplicarse una dosis de la vacuna contra el COVID-19.

Con respecto al coeficiente positivo de la edad, esto puede deberse a que los grupos de mayor edad fueron identificados como población prioritaria en los planes de vacunación, dada su mayor vulnerabilidad ante el virus. La educación y los ingresos pueden influir positivamente mediante un mayor acceso

a fuentes de información confiables o mayores accesos a servicios de salud o recursos necesarios para obtener la vacuna.

Una gran limitación que va a la par de las recomendaciones que también formulan los autores de la bibliografía consultada, es que las tendencias y resultados hallados por una base de datos de corte transversal deben ser confirmados en estudios de corte longitudinal. Es por eso que si bien el presente trabajo da indicios de relaciones de importancia para el estudio de la reticencia a la vacunación, el diseño de una política pública de robustecimiento del sistema de salud orientado a la inclusión de la población reticente debiera estar soslayado por estudios que tomen en cuenta un rango temporal más extenso, además de tener un enfoque orientado primordialmente a medir la reticencia a través de sus múltiples dimensiones.

Otra gran limitante consistió en el momento en el cual se recabaron los datos, el despliegue de la vacuna por territorio nacional por etapas y etario necesariamente sesgo los resultados expresados a través de la interpretación de los modelos de recuento explorados. Se debiera observar los cambios en la tendencia tras la inclusión de los segmentos etarios de menor edad posteriores a la encuesta para alcanzar una mayor representatividad a nivel poblacional.

Al ser la reticencia a la vacunación un “tema complejo y específico en contexto, variante a través del tiempo, lugar y vacuna” (Troiano y Nardi, 2021), se espera que los resultados de la presente investigación contribuyan siendo uno más de los insumos existentes para abordar esta problemática a nivel Bolivia.

Referencias

- Bertoncello, C., Ferro, A., Fonzo, M., Zanovello, S., Napoletano, G., Russo, F., ... Cocchio, S. (2020). Socioeconomic determinants in vaccine hesitancy and vaccine refusal in Italy. *Vaccines*, 8(2), 276.
- Borga, L. G., Clark, A. E., D'Ambrosio, C., y Lepinteur, A. (2022). Characteristics associated with COVID-19 vaccine hesitancy. *Scientific Reports*, 12(1), 1–9.
- Cameron, A. C., y Trivedi, P. K. (2013). *Regression analysis of count data* (Vol. 53). Cambridge university press.
- Dubé, E., Laberge, C., Guay, M., Bramadat, P., Roy, R., y Bettinger, J. A. (2013). Vaccine hesitancy: an overview. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 9(8), 1763–1773.
- Famoye, F., y Singh, K. P. (2006). Zero-inflated generalized poisson regression model with an application to domestic violence data. *Journal of Data Science*, 4(1), 117–130.
- Feng, C. X. (2021). A comparison of zero-inflated and hurdle models for modeling zero-inflated count data. *Journal of statistical distributions and applications*, 8(1), 8.

- Fenta, S. M., Fenta, H. M., y Ayenew, G. M. (2020). The best statistical model to estimate predictors of under-five mortality in ethiopia. *Journal of Big Data*, 7(1), 1–14.
- Hudson, A., y Montelpare, W. J. (2021). Predictors of vaccine hesitancy: implications for covid-19 public health messaging. *International journal of environmental research and public health*, 18(15), 8054.
- Khan, M. S. R., Watanapongvanich, S., y Kadoya, Y. (2021). Covid-19 vaccine hesitancy among the younger generation in japan. *International journal of environmental research and public health*, 18(21), 11702.
- Lambert, D. (1992). Zero-inflated poisson regression, with an application to defects in manufacturing. *Technometrics*, 34(1), 1–14.
- Loeys, T., Moerkerke, B., De Smet, O., y Buysse, A. (2012). The analysis of zero-inflated count data: Beyond zero-inflated poisson regression. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 65(1), 163–180.
- MacDonald, N. E., y cols. (2015). Vaccine hesitancy: Definition, scope and determinants. *Vaccine*, 33(34), 4161–4164.
- OMS. (2014). *Report of the SAGE working group on vaccine hesitancy* (Inf. Téc.).
- Parthasarathi, A., Puwada, R. K., Shankar, M., Siddaiah, J. B., Ganguly, K., Upadhyay, S., y Mahesh, P. A. (2022). Willingness to accept the covid-19 vaccine and related factors among indian adults: A cross-sectional study. *Vaccines*, 10(7), 1095.
- Puri, N., Coomes, E. A., Haghbayan, H., y Gunaratne, K. (2020). Social media and vaccine hesitancy: new updates for the era of covid-19 and globalized infectious diseases. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 16(11), 2586–2593.
- Rose, C. E., Martin, S. W., Wannemuehler, K. A., y Plikaytis, B. D. (2006). On the use of zero-inflated and hurdle models for modeling vaccine adverse event count data. *Journal of biopharmaceutical statistics*, 16(4), 463–481.
- Simonsen, J. R., Harjutsalo, V., Järvinen, A., Kirveskari, J., Forsblom, C., Groop, P.-H., ... others (2015). Bacterial infections in patients with type 1 diabetes: a 14-year follow-up study. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 3(1), e000067.
- Trogen, B., y Pirofski, L.-a. (2021). Understanding vaccine hesitancy in covid-19. *Med*, 2(5), 498–501.
- Troiano, G., y Nardi, A. (2021). Vaccine hesitancy in the era of covid-19. *Public health*, 194, 245–251.
- Wang, R., Tao, L., Han, N., Liu, J., Yuan, C., Deng, L., ... others (2021). Acceptance of seasonal influenza vaccination and associated factors among pregnant women in the context of covid-19 pandemic in china: a multi-center cross-sectional study based on health belief model. *BMC pregnancy and childbirth*, 21(1), 1–14.

Anexos

Cuadro 7: Matriz de determinantes de rechazo ante las vacunas

INFLUENCIAS CONTEXTUALES Influencias debidas a factores históricos, socioculturales, medioambientales, del sistema sanitario/institucional, económicos o políticos.	<ul style="list-style-type: none">a. Comunicación y entorno mediáticob. Líderes de influencia, guardianes de los programas de inmunización y grupos de presión en contra o a favor de la vacunación.c. Influencias históricasd. Religión, cultura, género, socioeconómicose. Política/políticasf. Barreras geográficasg. Percepción de la industria farmacéutica
INFLUENCIAS INDIVIDUALES Y DE GRUPO Influencias derivadas de la percepción personal de la vacuna o influencias del entorno social/de pares	<ul style="list-style-type: none">a. Experiencia personal, familiar y/o de los miembros de la comunidad con la vacunación, incluido el dolorb. Creencias, actitudes sobre la salud y la prevenciónc. Conocimientos/sensibilizaciónd. Sistema sanitario y proveedores-confianza y experiencia personal.e. Riesgo/beneficio (percibido, heurístico)f. Inmunización como norma social frente a no necesaria/nociva
CUESTIONES ESPECÍFICAS DE LA VACUNA O LA VACUNACIÓN Directamente relacionados con la vacuna o la vacunación	<ul style="list-style-type: none">a. Riesgo/beneficio (pruebas epidemiológicas y científicas)b. Introducción de una nueva vacuna o una nueva formulación o una nueva recomendación para una vacuna existentec. Modo de administraciónd. Diseño del programa de vacunación/Modo de administración (por ejemplo, programa rutinario o campaña de vacunación masiva)e. Fiabilidad y/o fuente de suministro de la vacuna y/o del equipo de vacunaciónf. Calendario de vacunacióng. Costesh. La solidez de la recomendación y/o la base de conocimientos y/o la actitud de los profesionales sanitarios

Fuente: MacDonald y cols. (2015)

Determinantes de la aceptación

de la vacuna contra el COVID-19

Cuadro 8: Distribución razones de la no vacunación en la ENH 2021 para mayores de 18 años

En este año 2021, ¿por qué no recibió la vacuna o la segunda dosis?	Porcentaje
1. No le corresponde por su edad	0,27 %
2. No hay vacunas en el lugar donde acudió	3,10 %
3. Esta programada para otra fecha	10,50 %
4. <i>No cree en la vacuna</i>	40,53 %
5. Tiene la vacuna de una sola dosis	29,37 %
6. Otra (Especifique)	6,82 %
7. Falta de Tiempo	4,63 %
8. Miedo a la vacuna	4,79 %
Total	100 %

Fuente: Elaboración propia en base a la Encuesta de Hogares 2021.