
Análisis Bayesiano de los Factores Sociodemográficos y de Salud en los Riesgos de Suicidio en Departamentos de Colombia 2023

Diego Alzate^a
diego.alzate@usantotomas.edu.co

Estefania Silva^b
mariasilval@usantotomas.edu.co

Resumen

El estudio tiene como objetivo analizar los factores socioeconómicos y de salud que influyen en la tasa de suicidios por departamento en Colombia, utilizando un enfoque de modelamiento bayesiano. Dado que la variable de respuesta presenta una alta concentración de ceros, se optó por un modelo Beta Zero Inflado para abordar adecuadamente esta característica de los datos. El modelo permite incluir múltiples covariables, como el estrato socioeconómico, el género, y el tipo de afiliación a servicios de salud, para explicar las tasas de suicidio. Se utiliza una metodología de Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS), que supera las limitaciones de los modelos tradicionales como los GLMs al modelar múltiples parámetros de la distribución (media, dispersión, asimetría y curtosis) de forma flexible. La estimación de los parámetros se realiza mediante un enfoque bayesiano, integrando información a priori informativa sobre los efectos de las covariables y a priori no informativa sobre la dispersión de los datos. Los resultados muestran que el nivel socioeconómico y las afiliaciones a regímenes de salud son factores clave en la explicación de las tasas de suicidio, con una relación inversa entre el nivel socioeconómico y el riesgo de suicidio, mientras que la población masculina muestra un riesgo mayor que la población femenina. El modelo bayesiano permite una estimación robusta de los efectos y la incertidumbre en torno a estos, mejorando la interpretación y la priorización de políticas públicas preventivas.

Abstract

The study aims to analyze the socioeconomic and health factors influencing suicide rates by department in Colombia, using a Bayesian modeling approach. Given that the response variable exhibits a high concentration of zeros, a Zero-Inflated Beta

^aUniversidad Santo Tomás

^bUniversidad Santo Tomás

model was chosen to appropriately address this characteristic of the data. The model incorporates multiple covariates, such as socioeconomic status, gender, and type of health service affiliation, to explain suicide rates.

A methodology based on Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS) is employed, which surpasses the limitations of traditional models like GLMs by flexibly modeling multiple distribution parameters (mean, dispersion, skewness, and kurtosis). Parameter estimation is performed using a Bayesian approach, integrating informative priors on the effects of covariates and non-informative priors on data dispersion.

The results show that socioeconomic level and health regime affiliations are key factors in explaining suicide rates, with an inverse relationship between socioeconomic level and suicide risk. Additionally, the male population is found to have a higher risk than the female population. The Bayesian model provides robust estimation of effects and the associated uncertainty, enhancing the interpretation and prioritization of preventive public policies.

Keywords: Socioeconomic factors, suicide rate, Bayesian modeling, Zero-Inflated Beta, covariates, GAMLSS, informative prior, suicide risk, male population, preventive public policies..

1. Introducción

Según información de la Organización Mundial de la Salud (OMS) cada año aproximadamente 726.000 personas deciden quitarse la vida de forma exitosa, mientras existen muchos más casos de intentos por hacerlo. El fenómeno del suicidio deja una huella dolorosa para aquellos que quedan tras la tragedia, las familias, las amistades, los allegados cercanos, el entorno y la vecindad de la víctima. El suicidio puede ocurrir a cualquier edad, siendo más frecuente en población adolescente y adulta joven es decir entre los 15 a 21 años a nivel global a partir de datos de 2021.

Para definir correctamente el suicidio, debemos decir que es un acto que se inflige propiamente de forma voluntaria y en gran parte de los casos premeditada, donde se busca lograr la muerte propia. Dentro de esta existen 3 eslabones secuenciales que la acompañan según Valladolid Nizama (2011) son el deseo suicida, la idea suicida y el acto suicida, desencadenantes de la muerte de la persona que las atraviesa.

La complejidad de abordar el suicidio y sus causas ha llevado a grandes debates, donde según Moron Pierre(1992) se enfrenta a un problema de carácter sociológico, médico y psicológico donde el suicida no está solo en su causa sino que sus acciones conllevan de testigos al médico, al entorno y que conlleva encarar el problema de el propio suicidio para cada uno de ellos, al nivel de su reflexión personal. Para los filósofos es una expresión de la libertad individual sobre su propio destino, para los sociólogos un fenómeno factorial enraizado en las complejas relaciones sociales

que nos rodean y para los moralistas y/o religiosos conlleva un acto de cobardía ante la incapacidad de encontrar luz que ilumine el camino frente a problemas o situaciones altamente estresantes o complejas, en resumen un acto de crimen cometido en contra de la divinidad. Para los psicólogos y psiquiatras aún queda el enigma de la búsqueda de su significado pues ha existido a lo largo de toda la historia del hombre.

Ahora desde el panorama de salud pública, este fenómeno puede ser abordado por intervenciones a menudo de bajo costo para prevenirlo. Según la OMS(2024) existen una serie de grupos de riesgo que son aquellos con mayor probabilidad a cometer actos de intentos de suicidio que otras poblaciones comunes, principalmente en la relación que existe entre la presencia de trastornos mentales como la depresión siendo el más frecuente y los trastornos asociados al consumo de alcohol y las adicciones con el suicidio, esto implica en primera medida que poblaciones con presencia de enfermedades mentales son una primera población de alto riesgo, a su vez la presencia de guerras, desastres naturales y vivencias altamente estresantes que pueden tener efectos catastróficos sobre la vida de los individuos son factores determinantes en las conductas suicidas y finalmente los grupos sociales discriminados o con ausencia de representatividad como el grupo LGBTI, los reclusos o ex-reclusos de prisiones, los migrantes y las poblaciones como las indígenas.

Se considera que el principal determinante del suicidio es un intento previo de suicidio, sin embargo también la presencia de situaciones de crisis frente a las cuales no se les ve una salida o causan un sufrimiento psíquico incommensurable, por ejemplo problemas económicos, rupturas o disputas de pareja, pérdida del empleo, quiebras financieras o dolores crónicos son también causas principales para cometer el acto de suicidarse.

1.1. Objetivo

Desarrollar un modelo probabilístico para estimar y predecir el riesgo de intentos de suicidio en distintos grupos poblacionales en Colombia, integrando información a priori y datos observados, con el fin de identificar factores de riesgo significativos y apoyar la formulación de políticas preventivas efectivas.

1.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis exploratorio de datos para identificar factores de riesgo potencialmente significativos asociados a intentos de suicidio en distintos grupos poblacionales, tales como antecedentes familiares, condiciones de salud mental, situaciones socioeconómicas, y factores demográficos.
- Recopilar y sistematizar datos relevantes de diferentes fuentes (registros de salud, encuestas comunitarias, etc.) para construir un conjunto de datos robusto que refleje la diversidad de grupos poblacionales y sus contextos.

- Diseñar y ajustar un modelo probabilístico (por ejemplo, regresión logística, modelos de supervivencia, o redes bayesianas) que integre información a priori sobre los factores de riesgo y datos observados, permitiendo estimar el riesgo de intentos de suicidio.
- Evaluar la precisión y robustez del modelo a través de técnicas de validación cruzada y comparación con modelos alternativos, garantizando que el modelo sea generalizable a diferentes contextos poblacionales
- Realizar análisis de subgrupos para identificar cómo el riesgo de suicidio varía entre diferentes segmentos de la población (por ejemplo, edad, género, nivel socioeconómico), para proporcionar insights más detallados.
- Proponer estrategias y políticas de prevención basadas en los hallazgos del modelo, enfocándose en intervenciones dirigidas a los grupos identificados como de mayor riesgo.

1.3. Cronograma de actividades

Semana	Actividades	Entregables
1	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar y reunir las fuentes de datos relevantes (p. ej., registros de salud, encuestas comunitarias). - Realizar una limpieza inicial de los datos y estandarización de formatos. - Documentar los factores de riesgo clave y variables demográficas de interés 	Documento con resumen de las fuentes de datos, variables principales y un conjunto de datos pre-procesado.
2	<ul style="list-style-type: none"> - Generar visualizaciones para entender la distribución y frecuencia de las variables. - Identificar correlaciones preliminares entre factores de riesgo y la variable objetivo (intentos de suicidio). - Realizar análisis descriptivo por subgrupos para detectar patrones iniciales. 	Informe de EDA con gráficos, estadísticas descriptivas y lista de factores de riesgo potencialmente significativos.

Semana	Actividades	Entregables
3	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar distintos enfoques de modelado (regresión logística, modelos bayesianos, etc.) y decidir el enfoque principal. - Definir las estructuras de los datos necesarios para el modelo, incluyendo cómo integrar información a priori. - Documentar los factores de riesgo clave y variables demográficas de interés 	Documento de diseño del modelo, con justificación de la selección y esquema de integración de datos observados y a priori.
4	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un prototipo del modelo seleccionado usando un conjunto reducido de datos. - Realizar una evaluación preliminar de desempeño (precisión, sensibilidad, especificidad). - Documentar los ajustes necesarios y posibles mejoras para la siguiente fase. 	Prototipo del modelo inicial, informe de evaluación preliminar y ajustes recomendados.

Tabla 1: Actividades a entregar. Fuente: Elaboración propia

1.4. Revisión de Literatura

1.4.1. Estado del arte

Modelos Predictivos en Prevención de Suicidio

Los modelos predictivos basados en estadística bayesiana han sido ampliamente utilizados para estimar el riesgo de suicidio en diferentes grupos demográficos. Un estudio significativo en este campo es el de **Graham et al. (2019)**, donde se implementa un modelo bayesiano jerárquico para predecir intentos de suicidio, ajustando las predicciones con nuevos datos conforme se actualizan los registros de salud. El uso de este tipo de modelado permite mejorar la precisión de las estimaciones, ajustándose dinámicamente a las nuevas observaciones sin perder la coherencia con los datos históricos. Además, se ha demostrado que estos modelos tienen una mayor capacidad para integrar diferentes tipos de datos, como encuestas de salud mental y registros administrativos, lo que facilita la identificación temprana de individuos en riesgo.

Modelos Espaciales y Regionales

En el contexto de Japón, **Yoshikawa et al. (2020)** utilizaron un modelo bayesiano jerárquico para analizar las disparidades regionales en las tasas de suicidio.

Este estudio incorporó variables espaciales y temporales para ajustar las tasas estandarizadas de mortalidad por suicidio (SMR) a nivel municipal. El modelo jerárquico bayesiano permitió estimar de forma más precisa las tasas de suicidio en áreas con pocos datos, ajustándose por la variabilidad espacial y reduciendo la incertidumbre asociada con los estimadores directos. Este tipo de modelado es particularmente útil en la prevención del suicidio, ya que las tasas de suicidio varían considerablemente entre diferentes regiones, y un enfoque bayesiano permite una mejor interpretación de los patrones regionales de riesgo.

Aplicación de Datos Observacionales y A Priori

El modelamiento bayesiano también ha sido clave en la incorporación de datos a priori en el análisis del riesgo de suicidio. Según **López et al. (2021)**, el enfoque bayesiano permite integrar información a priori sobre factores de riesgo conocidos, como antecedentes familiares de suicidio o trastornos mentales, con datos observacionales para obtener una estimación más robusta del riesgo. Esta capacidad de combinar datos existentes y a priori ha demostrado ser esencial para políticas de salud pública más efectivas, ya que los modelos bayesianos pueden ajustarse para incorporar rápidamente nueva información, proporcionando estimaciones más precisas sobre los factores que influyen en el riesgo de suicidio en tiempo real.

Desarrollo de Políticas Públicas en Salud Mental

En términos de impacto en políticas públicas, el modelamiento bayesiano ha proporcionado herramientas valiosas para evaluar la efectividad de programas preventivos. Un ejemplo relevante es el estudio de **Pereira et al. (2022)**, que empleó modelos bayesianos para evaluar la efectividad de políticas públicas dirigidas a reducir los intentos de suicidio en adolescentes. Los resultados demostraron que las intervenciones basadas en estos modelos fueron más precisas en la identificación de grupos en alto riesgo, lo que facilitó la asignación eficiente de recursos en áreas de mayor necesidad.

El uso del modelamiento bayesiano en la prevención del suicidio ha permitido un avance significativo en la comprensión de los riesgos asociados a este fenómeno, proporcionando una herramienta poderosa para la creación de políticas públicas más precisas y efectivas. Su capacidad para integrar tanto datos observacionales como a priori, y su flexibilidad en la modelización de incertidumbres espaciales y temporales, hacen del enfoque bayesiano una metodología prometedora para enfrentar este complejo desafío de salud pública.

2. Marco Teórico

2.1. Datos

La **base de datos** fue obtenida de la página web del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA). Durante la búsqueda de microdatos, se seleccionó el conjunto de datos de Intento de Suicidio correspondiente al año 2023.

Esta base de datos contiene información de 40,850 individuos y abarca un total de 73 variables. Para este estudio, se consideraron las siguientes variables:

- Sexo: Femenino y Masculino.
- Edad: 5-93 años.
- Departamento de ocurrencia: Bogotá, Atlántico, Valle, Tolima, Magdalena, Nariño, Antioquia, Santander, Cundinamarca, Risaralda, Casanare, Boyacá, Sucre, Cauca, Quindío, Cesar, Bolívar, Norte de Santander, Chocó, Caldas, Meta, Huila, Caquetá, Vichada, Putumayo, Guajira, Amazonas, Córdoba, Arauca, Vaupés, Guaviare, Exterior, Guainía y San Andrés.
- Estrato socioeconómico: 1,2,3,4,5 y 6. Además, se encuentran NA's posiblemente por zonas rurales que carecen de estratificación.
- Tip_SS: Tipo de Servicio de salud, en el que se encuentran:

Código	Régimen	Descripción
C	Contributivo	Cotizantes con capacidad de pago
S	Subsidiado	Personas sin capacidad de pago
I	Régimen Independiente(Parte de Contributivo)	Trabajadores independientes cotizantes
N	No afiliado/ No asegurado	Personas sin servicio de seguridad social
P	Régimen Especial/ Excepción	Militares, magisterio y empleados especiales

Tabla 2: Servicio de salud. Fuente:Elaboración propia

Además, se incorporó la proyección del número total de habitantes por departamento, calculada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el año 2023.

2.2. Análisis descriptivo de los datos

A continuación, presentamos algunos **gráficos** para comprender el **comportamiento de las variables** de estudio mencionadas en la sección anterior.

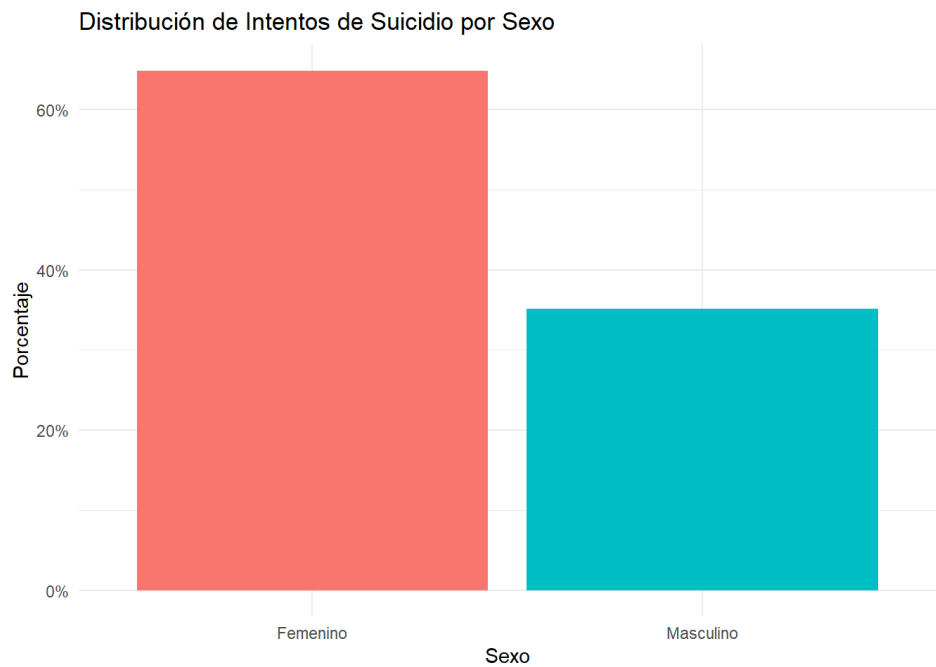


Figura 1: Distribución de Intentos de Suicidio por Sexo. Fuente: Elaboración propia.

Sexo	Total	Porcentaje
Femenino	26508	64.89
Masculino	14342	35.11

Tabla 3: Distribución de Intentos de Suicidio por Sexo. Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 1** y **Tabla 3** podemos observar que el 64.9% de los intentos de suicidio cometidos son por mujeres, mientras que el 35.1% es por hombres. Las mujeres presentan una mayor frecuencia de intentos de suicidio que los hombres debido a una interacción compleja de factores psicológicos, sociales y biológicos. Los trastornos afectivos, como la depresión y la ansiedad, son más prevalentes en mujeres y pueden estar exacerbados por factores como el abuso y la violencia de género, situaciones que muchas mujeres experimentan de manera desproporcionada y que afectan su salud mental. Socialmente, las expectativas de ser cuidadoras y de manejar sus emociones en silencio pueden llevar a que las mujeres internalicen sus problemas, aumentando su riesgo de intentos autolesivos. Además, las mujeres suelen utilizar métodos de suicidio menos letales y tienden a buscar ayuda profesional con mayor frecuencia, lo que incrementa el registro de intentos no fatales. También influyen los cambios hormonales, que pueden afectar el estado de ánimo y aumentar la vulnerabilidad en diferentes etapas de la vida, como el ciclo mens-

trual, el posparto y la menopausia. Estos factores hacen que las mujeres intenten suicidarse más, aunque las tasas de suicidio consumado sigan siendo más altas en los hombres debido a diferencias en los métodos empleados.

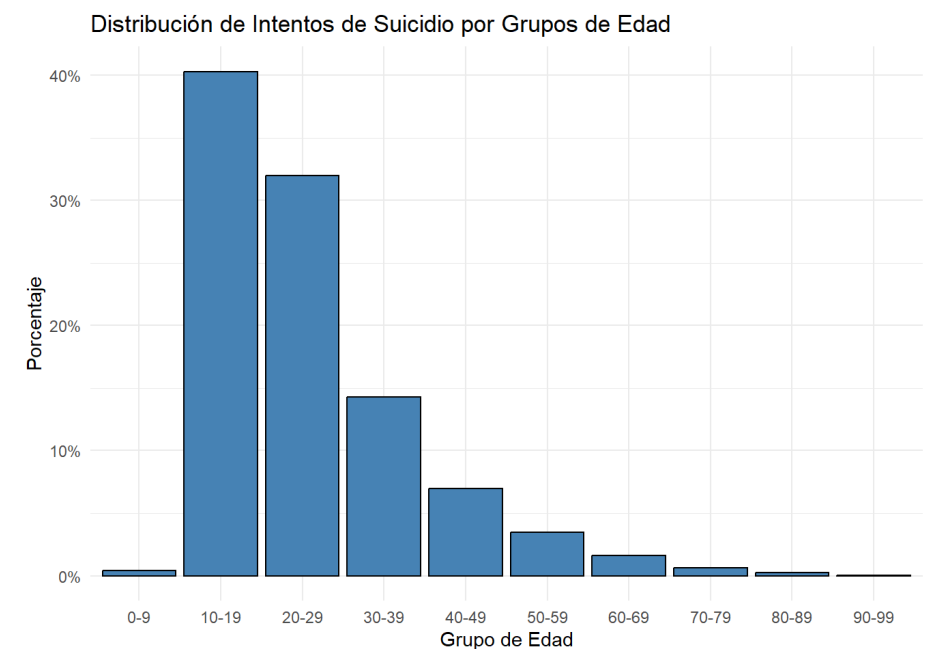


Figura 2: Distribución de Intentos de Suicidio por Grupos de Edad Fuente: Elaboración propia.

Grupo de edad	Total	Porcentaje
0-9	172	0.42
10-19	16462	40.3
20-29	13062	31.98
30-39	5837	14.29
40-49	2849	6.97
50-59	1418	3.47
60-69	670	1.64
70-79	267	0.65
80-89	99	0.24
90-99	14	0.03

Tabla 4: Distribución de Intentos de Suicidio por grupos de edad. Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 2** y **Tabla 4** se puede evidenciar que:

- Grupo de 10 a 19 años: Este grupo tiene el porcentaje más alto de intentos de suicidio, superando el 40 %. Esto sugiere que los adolescentes son el grupo más vulnerable, posiblemente debido a factores como la presión social, problemas emocionales, cambios hormonales, y situaciones de acoso escolar o conflictos familiares.
- Grupo de 20 a 29 años: Este grupo sigue en frecuencia con más del 30 % de los intentos. Los adultos jóvenes enfrentan desafíos propios de la transición hacia la vida adulta, como la presión laboral, académica, económica y social, lo que puede incrementar su riesgo de conductas auto lesivas.
- Grupos de 30 a 39 años y 40 a 49 años: La frecuencia de intentos de suicidio disminuye en estos grupos, pero aún representa una proporción notable, alrededor del 10 % en el grupo de 30 a 39 años y menor en el grupo de 40 a 49 años. Estos grupos pueden experimentar estrés relacionado con la estabilidad laboral, familiar y económica.
- Grupos de 50 años en adelante: Los porcentajes de intentos de suicidio siguen disminuyendo conforme avanza la edad.
- En los grupos de 50-59, 60-69 y 70-79 años, los intentos de suicidio representan porcentajes pequeños, con una mínima representación en los grupos de 80 años o más. Esto puede deberse a diferentes factores, como la adaptación psicológica a los problemas o la menor incidencia de situaciones de riesgo en edades avanzadas.

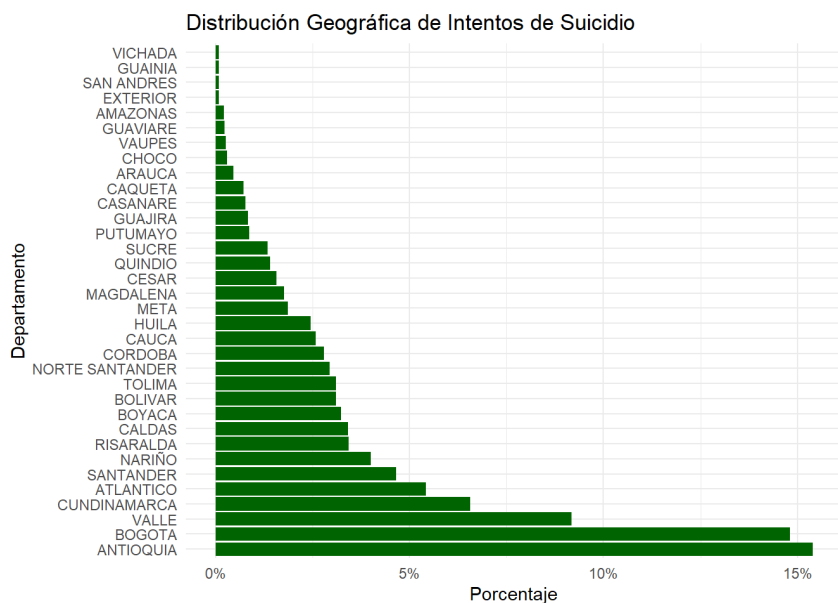


Figura 3: Distribución geográfica de Intentos de Suicidios. Fuente: Elaboración propia.

Departamento	Total	Porcentaje
Amazonas	86	0.21
Antioquia	6286	15.39
Arauca	186	0.46
Atlántico	2215	5.42
Bogotá	6046	14.8
Bolívar	1270	3.11
Boyacá	1319	3.23
Caldas	1391	3.41
Caquetá	296	0.72
Casanare	314	0.77
Cauca	1052	2.58
Cesar	642	1.57
Chocó	122	0.3
Córdoba	1139	2.79
Cundinamarca	2683	6.57
Exterior	35	0.09
Guainia	31	0.08
Guajira	345	0.84
Guaviare	97	0.24
Huila	1006	2.46
Magdalena	718	1.76
Meta	763	1.87
Nariño	1634	4
Norte de Santander	1203	2.94
Putumayo	356	0.87
Quindío	572	1.4
Risaralda	1400	3.43
San Andres	35	0.09
Santander	1900	4.65
Sucre	547	1.34
Tolima	1269	3.11
Valle	3749	9.18
Vaupés	111	0.27
Vichada	32	0.08

Tabla 5: Distribución Geográfica de Intentos de Suicidio. Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 3** y **Tabla 5** se muestra que:

- **Departamentos de alta incidencia:** Antioquia, Bogotá y Valle del Cauca: Estos son los lugares con los porcentajes más altos de intentos de suicidio, representando alrededor del 15 %, 12 % y 8 % respectivamente. Esto puede estar relacionado con el tamaño de la población, ya que estos departamentos también tienen grandes concentraciones de habitantes y, con frecuencia,

enfrentan problemas asociados a la vida urbana, como el estrés, la violencia y la desigualdad.

- **Departamentos de mediana incidencia:** Departamentos como Cundinamarca, Atlántico, Santander y Nariño muestran porcentajes intermedios, entre el 3 % y 6 %. Estas regiones, aunque menos pobladas que las grandes ciudades, pueden tener factores de riesgo específicos relacionados con condiciones socioeconómicas o acceso limitado a servicios de salud mental.
- **Departamentos de baja incidencia:** En la parte inferior del gráfico, se encuentran departamentos como Guainía, Vaupés y Amazonas, que tienen porcentajes muy bajos de intentos de suicidio (cerca de cero). Esto puede deberse a su baja densidad poblacional y al aislamiento geográfico, aunque también podría reflejar una subestimación por falta de registros o acceso a servicios de salud en áreas remotas.

Según (A. López et al, 2022) entre las causas principales del suicidio en el departamento de Antioquia están las enfermedades mentales como la depresión, las enfermedades terminales, los problemas económicos, laborales y escolares, también los problemas sentimentales y las pérdidas.

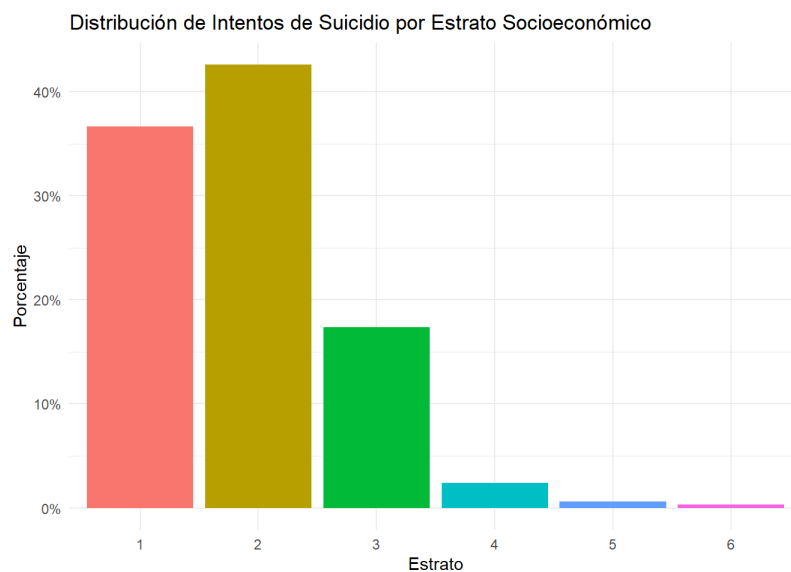


Figura 4: Distribución de Intentos de Suicidio por estrato socioeconómico. Fuente: Elaboración propia.

Estrato socioeconómico	Total	Porcentaje
1	14588	36.65
2	16966	42.62
3	6916	17.38
4	951	2.39
5	252	0.63
6	130	0.33

Tabla 6: Distribución de Intentos de Suicidio por estrato socioeconómico. Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 4** y **Tabla 6** se observa que los estratos 1, con 14.588, y 2, con 16.966, cuentan con una mayor tasa de suicidio que los estratos medio y alto, agrupando el 77.24 % del total. Según el (Observatorio de Mujeres, 2023), el estado de bienestar está relacionado con la esfera personal y colectiva. En esta última se encuentra el contexto social en el que se desarrolla la salud mental e incide en distintos factores, como el poder adquisitivo. Ligado a esto, se encuentra la expectativa de que el bienestar se traslade del individuo al Estado. En ese orden de ideas, el Estado debe decidir en qué priorizar el presupuesto público para maximizar el bienestar de la sociedad, lo que naturalmente lleva a la desigualdad y al rezago de grupos sociales.

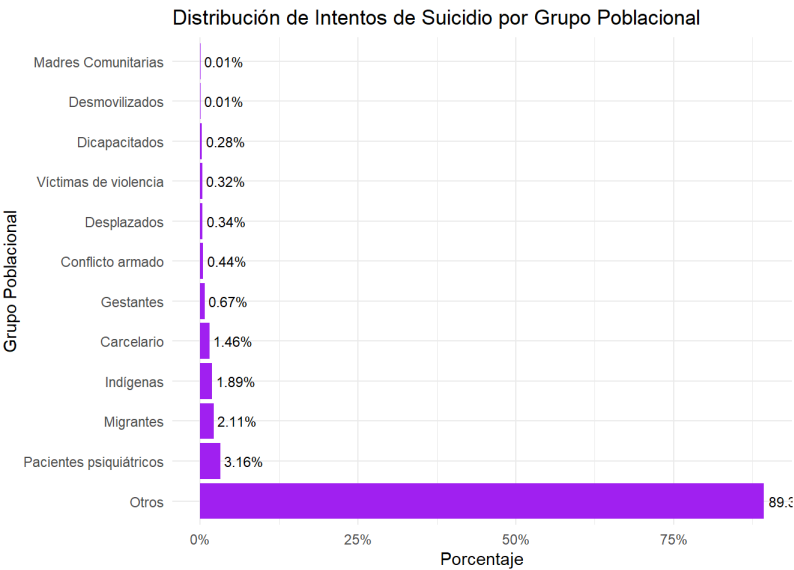


Figura 5: Distribución de Intentos de Suicidio por grupo poblacional. Fuente: Elaboración propia.

Grupo	Total	Porcentaje
Madres Comunitarias	4	0.01
Desmovilizados	4	0.01
Discapacitados	114	0.28
Víctimas de conflicto armado	178	0.44
Desplazados	138	0.34
Victimas de violencia	128	0.32
Gestantes	274	0.67
Carcelario	593	1.46
Indígenas	768	1.89
Migrantes	856	2.11
Pacientes psiquiátricos	1283	3.16
Otros	36275	89.31

Tabla 7: Distribución de Intentos de Suicidio por grupos poblacionales. Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 5** y **Tabla 7** muestran que el grupo poblacional denominado como “otros” tiene la mayoría de individuos implicados, ya que el porcentaje es del 89.4 %. Los pacientes con trastornos psiquiátricos le siguen con un 3.11 %, esto se debe a que estos últimos están más controlados, puesto que se asume que asisten a controles cada cierto tiempo para enfrentar sus problemas emocionales. Es imprescindible estudiar a fondo esta población para tener certeza de quiénes la conforman. Posiblemente, pueden ser personas con enfermedades crónicas o personas que presentan vulnerabilidad debido a su identidad de género y sexual.

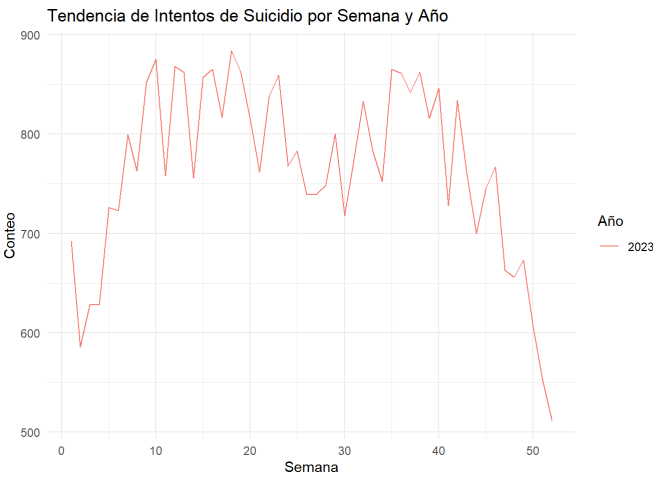


Figura 6: Distribución temporal de Intentos de Suicidios en 2023. Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que en la **Figura 6** las primeras semanas del año hay un aumento en los intentos de suicidio, con un valor inicial cercano a los 580 casos en la primera semana, lo que aumenta progresivamente hasta superar los 800 casos alrededor de la semana 15 aproximadamente. Por otra parte la presencia de subidas y bajadas intermitentes sugieren estacionalidad, por lo que podría ser bueno hacerlo comparativo a otros años y ver si este comportamiento es repetitivo.

Ahora desde la semana 40, empieza a presentarse una continua caída en los intentos de suicidio de los individuos llegando a uno de los puntos más bajos del año después de la semana 50. Ahora intuitivamente, podríamos pensar o construir la hipótesis que las fiestas decembrinas y las vacaciones que conllevan estas, así como la conciencia natural de que termina un ciclo temporal y previene uno nuevo con oportunidades y esperanza, al igual que el aumento de las reuniones familiares y eventos sociales lleva a las personas a dimitir las tendencias suicidas, viéndose este efecto en diciembre y las primeras semanas de Enero y Febrero.

3. Resultados

3.1. Modelos Bayesianos

Se trata de un modelo estadístico que emplea la probabilidad para simbolizar todas las incertidumbres presentes en el modelo, tanto la incertidumbre respecto al resultado como la incertidumbre respecto a los componentes (o sea, los parámetros) del mismo.

3.1.1. Modelo Beta

Inicialmente buscamos modelar los efectos de diversas variables socioeconómicas y de salud, en este caso específicamente tenemos como variables explicativas a la tasa de suicidios por departamento, y como covariables algunas asociadas a medidas socioeconómicas y de servicio de salud. En nuestro caso la variable de respuesta tiene la presencia de valores cercanos a cero por lo que nos puede acarrear problemas en el ajuste un modelo GLM clásico, es decir los modelos tradicionales como los modelos lineales generalizados (GLMs) asumen restricciones sobre la distribución de la respuesta y las relaciones entre las variables, que pueden no ser válidas en nuestro contexto.

Por otra parte Rigby, R. A., & Stasinopoulos, D. M. (2005) Resalta cómo los GAMLSS superan las limitaciones de los GLMs y GAMs al permitir modelar múltiples parámetros de la distribución (media, dispersión, asimetría, curtosis) como funciones de las covariables, así como elegir entre un conjunto amplio de distribuciones (de cola pesada, asimétricas etc.). Así a nivel básico modelamos los parámetros de una distribución:

$$y \sim D(\mu, \sigma, v, \tau)$$

Tales como:

- μ : (media o parámetro de ubicación).
- σ : (desviación estándar o parámetro de escala).
- v : (Asimetría).
- τ : (Curtosis).

Cada parámetro se modela como una función aditiva generalizada:

$$g_k(\theta_k) = X_k\beta_k + f_k(Z_k),$$

donde:

- $g_k(\cdot)$: Es una función enlace para el parámetro θ_k .
- $X_k\beta_k$: Componente lineal de las covariables.
- $f_k(Z_k)$: Componente no lineal, (usualmente splines o funciones suavizadas).

Ahora, se pueden usar métodos de penalización y máxima verosimilitud penalizada para la estimación de los distintos parámetros lo que permite ajustar funciones suavizadas y manejar sobreajuste.

Modelo Beta Zero Inflado

El modelo GAMLSS con Beta zero inflado y enlace logit lineal se puede escribir como:

1. Para la parte inflada de ceros:

$$P(Y = 0) = \frac{1}{1 + \exp(-(\beta_0 + \beta_1 * Edad + \beta_2 * Estrato + ...))}$$

2. Para los valores positivos (donde $Y > 0$), se podría modelar con una distribución de probabilidad continua.

$$\mu = \gamma_0 + \gamma_1 * Edad + \gamma_2 * Estrato + \gamma_3 * Tot_{Fem} + ...$$

A continuación, se presentan los parámetros estimados de la tasa de suicidios en relación con variables socioeconómicas y de salud correspondientes al año 2020, los cuales se utilizarán como información a priori.

Variable	Coef. (β)	Odds (e^β)	Cambio (%)	Interpretación
Intercepto	-5.4929	0.0041	-99.59 %	Las odds iniciales (cuando todas las variables son 0) son extremadamente bajas, reflejando una baja probabilidad de suicidio.
Edad	-0.00018	0.99982	-0.018 %	Un aumento de un año en la edad está asociado con una reducción insignificante del 0.018 % en las odds de suicidio.
estrato2	-0.0241	0.9762	-2.38 %	Estar en estrato 2 (comparado con el estrato de referencia) reduce las odds de suicidio en un 2.38 %.
Estrato 3	-0.0301	0.9704	-2.96 %	Estar en estrato 3 reduce las odds de suicidio en un 2.96 % en comparación con el estrato de referencia.
Estrato 4	-0.0352	0.9654	-3.46 %	Estar en estrato 4 reduce las odds de suicidio en un 3.46 %.
Estrato 5	-0.0330	0.9675	-3.25 %	Estar en estrato 5 reduce las odds de suicidio en un 3.25 %.
Estrato 6	-0.0356	0.9650	-3.50 %	Estar en estrato 6 reduce las odds de suicidio en un 3.50 %.
Tot_Fem	-0.00010	0.99990	-0.01 %	Un aumento de una unidad en el número de mujeres está asociado con una reducción del 0.01 % en las odds de suicidio.

Variable	Coef. (β)	Odds (e^β)	Cambio (%)	Interpretación
Tot_Masc	0.00024	1.00024	+0.024 %	Un aumento de una unidad en el número de hombres incrementa las odds de suicidio en un 0.024 %.
Tot_contri	-0.0555	0.9460	-5.40 %	Un aumento de una unidad en el número de contribuyentes reduce las odds de suicidio en un 5.40 %.
Tot_Especial	-0.0482	0.9530	-4.70 %	Un aumento de una unidad en el número de personas en regímenes especiales reduce las odds de suicidio en un 4.70 %.
Tot_Ind	-0.0544	0.9470	-5.30 %	Un aumento de una unidad en el número de independientes reduce las odds de suicidio en un 5.30 %.
Tot_Subsi	-0.0143	0.9858	-1.42 %	Un aumento de una unidad en el número de personas subsidiadas reduce las odds de suicidio en un 1.42 %.

Tabla 8: Resultados del modelo para las odds de suicidio.

3.2. Modelo Poisson

El modelo Poisson analiza el conteo de suicidios, agrupado por departamento, tipo de servicio de salud y estrato socioeconómico.

$$\log(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 * Edad + \beta_2 * Estrato + \dots + f_k(Z_k)$$

donde:

- μ_i :Es el valor esperado del conteo de suicidios para la observación i .

- $\log(\mu_i)$: Transformación logarítmica (*enlace log*) para garantizar valores positivos de μ_i , acorde a la distribución Poisson.
- β_0 : Es el intercepto o término constante del modelo.
- β_1, β_2, \dots : Son los coeficientes asociados a las variables explicativas lineales Edad, Estrato,...
- $f_k(Z_k)$: Son funciones suaves (no paramétricas) que modelan las relaciones no lineales de las variables explicativas (Z_k).

3.3. Comparación de modelos GAMLSS

Modelo	Enlace para μ	MAE	MAD	RMSE
Beta Zero Inflado	Logit	0.0004	$2.31 \cdot 10^{-5}$	0.0001
Poisson	Log	0.0004	45.5053	330.20

Tabla 9: Comparación de modelos según criterios de error.

Todos los criterios(**MAE**, **MAD**, y **RMSE**) favorecen el modelo **Beta Zero Inflado**. Dado que posee un buen ajuste minimizando las métricas de error. En este caso, el **Modelo Beta Zero Inflado** es claramente mejor que el modelo Poisson para la modelación de estos datos.

3.4. Diagnósticos de los residuos del Modelo Beta Zero Inflado

Se realizaron las siguientes gráficas para observar el comportamiento de los residuos en el modelo.

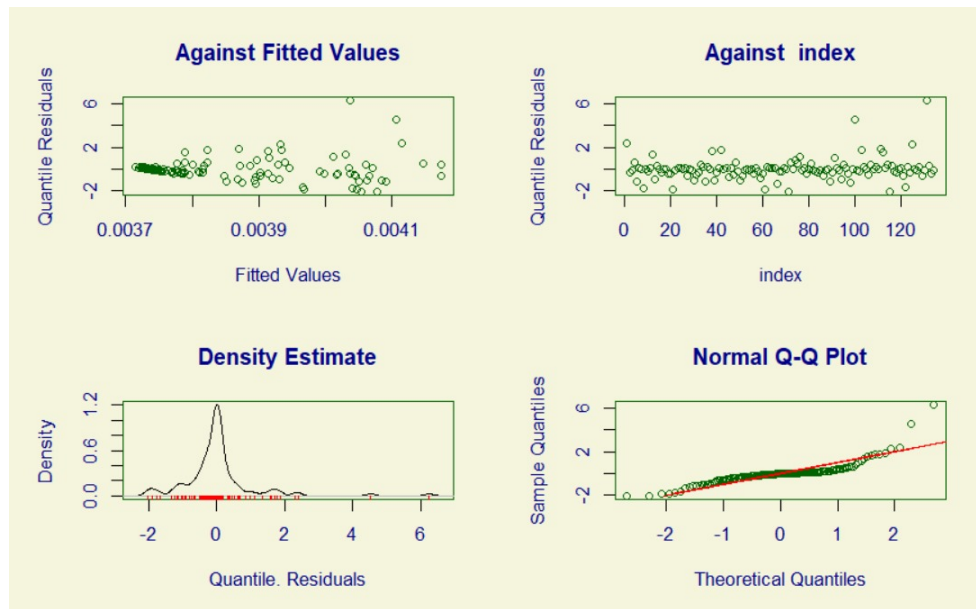


Figura 7: Análisis de Residuos para un Modelo Estadístico. Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 7** se evidencia que el modelo podría no cumplir completamente con la suposición de normalidad. No obstante, no se detectan problemas significativos de heterocedasticidad o autocorrelación.

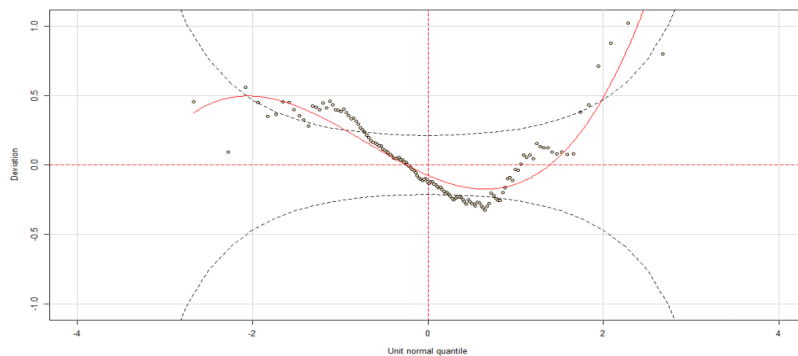


Figura 8: Análisis de Residuos para un Modelo Estadístico. Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 8** se observa la relación entre la variable predictora transformada y la variable de respuesta. La línea roja representa el ajuste lineal, mientras que las

curvas grises indican los intervalos de confianza asociados. Además, se evidencia una curvatura en la línea de regresión, lo que sugiere que la relación entre la variable independiente y la variable dependiente no es estrictamente lineal. Esta curvatura resulta más pronunciada en los extremos del rango de la variable independiente.

3.5. Construcción del Modelo Bayesiano

En la **Tabla 8** están estimaciones GAMLSS de los efectos de las covariables sobre la media de suicidios por departamento, nos permiten integrar estas estimaciones previas para el año 2020. Sabemos que Colombia tiene marcadas diferencias socio-económicas y culturales entre departamentos, afectando las dinámicas de suicidio donde modelar μ_i como función de predictores contextuales (edad, género, afiliación de salud, etc.) ayuda a identificar factores asociados con la prevención, por otra parte, es relevante considerar que:

- Las tasas de suicidios oficiales pueden estar sub-reportadas en ciertas regiones debido a barreras culturales o logísticas.
- El componente inflado en zeros maneja explícitamente estos casos, diferenciando entre regiones con 'cero estructural' y aquellas con datos completos.
- Un modelo bayesiano bien ajustado proporciona intervalos de credibilidad para los efectos de las covariables, ayudando a priorizar intervenciones específicas para la política pública.

$$y_i \sim \text{Beta}(\mu_i \cdot \phi, (1 - \mu_i) \cdot \phi) \quad (1)$$

donde:

- y_i es la tasa de suicidios por departamento
- $\mu_i = g^{-1}(X_i\beta)$, con g^{-1} como la función inversa del enlace (Logit).
- X_i : Matriz de Predictores.
- β : Vector de coeficientes o elasticidades de cada variable de interés que explica la tasa de suicidio por departamento.
- ϕ : Parámetro de precisión (mayor ϕ implica menor varianza).

3.5.1. Información a Priori

Con los β_j estimados para el año 2020 en el modelo GAMLSS, que contienen los efectos de la edad, el estrato socioeconómico, el total hombres y mujeres, además del tipo de servicio de salud construimos nuestro μ_j a priori y σ_j^2 a priori. Así el modelo quedaría como:

$$\beta_j \sim N(\mu_{prior,j}, \tau_{prior,j}) \quad (2)$$

$$\phi \sim \text{Gamma}(\alpha_\phi, \beta_\phi) \quad (3)$$

- Cada coeficiente β_j tiene una distribución normal a priori, centrada en $\mu_{prior,j}$ que corresponde al valor previo estimado de β_j y con precisión (inversa de la varianza) $\tau_{prior,j}$.
- $\mu_{prior,j}$: Especifica el conocimiento previo sobre el efecto de la j-ésima covariable.
- $\tau_{prior,j} = \frac{1}{\sigma_{prior,j}^2}$: Representa la incertidumbre en torno al valor previo de β_j
- α_ϕ : Controla la forma de la distribución gamma.
- β_ϕ : Controla la escala.

En este caso la información a priori para β_j es informativa, lo que permitirá estabilizar las estimaciones.

3.5.2. Priori no Informativa para ϕ

Ante la ausencia de información sobre el parámetro ϕ , que representa el parámetro de precisión de la distribución Beta, usado para modelar la variabilidad de la tasa de suicidios (y_i) alrededor de su media esperada (μ_i), donde valores altos de ϕ indicarían que la distribución Beta se concentra fuertemente alrededor de μ_i y por otra parte que los datos tienen menor variabilidad indicando una mayor certeza sobre la tasa de suicidios esperada y por otra parte, valores pequeños de ϕ indicarían una distribución más dispersa y datos con mayor variabilidad lo que se traduce en mayor incertidumbre en las tasas de suicidio esperadas. En conclusión ϕ nos permite modelar la heterogeneidad que no es explicada por nuestras covariables.

Ante la falta de conocimiento sobre la heterogeneidad en la tasa de suicidios no explicada por el estrato socioeconómico, el sexo y los tipos de servicios de salud podemos definir los parámetros de la distribución de ϕ como una a priori no informativa, así $\alpha_\phi = 0.001$ y $\beta_\phi = 0.001$ de esta manera reflejamos la incertidumbre inicial sobre la concentración de los datos, a su vez en la práctica nos ayuda a considerar que hay departamentos con tasas de suicidios más consistentes y otros más variables.

En consecuencia, la estructura final de nuestro modelo bayesiano sería la siguiente:

$$\begin{aligned}
y_i &\sim \text{Beta}(\mu_i \cdot \phi, (1 - \mu_i) \cdot \phi), & i &= \{1, \dots, n\} \\
\text{logit}(\mu_i) &= X_i \beta \\
\beta_j &\sim \text{Normal}(\mu_{\text{prior},j}, \tau_{\text{prior},j}), & i &= \{1, \dots, p\} \\
\phi &\sim \text{Gamma}(\alpha_\phi, \beta_\phi)
\end{aligned}$$

y su propósito sería estimar β el efecto de las covariables en la tasa de suicidios mientras se incorpora información previa y la dispersión de los datos (ϕ) para capturar incertidumbre y variabilidad entre los departamentos por razones ajenas a las covariables.

3.5.3. Implementación del modelo

El modelo fue implementado utilizando **JAGS**, una herramienta para la estimación de modelos bayesianos mediante métodos MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*). A continuación, se resumen los pasos principales:

Ahora μ_i se transforma a través de un enlace logit, de esta forma aseguramos que μ_i se encuentre en el intervalo $\{0, 1\}$:

$$\mu_i = \frac{\exp(X[i,] \cdot \beta)}{1 + \exp(X[i,] \cdot \beta)}$$

Preparación de los datos La matriz de diseño X , la variable dependiente y siendo la tasa de suicidios por departamento para 2023, y los valores a priori $(\mu_{\text{prior}}, \tau_{\text{prior}})$ fueron estructurados en una lista para facilitar la entrada al modelo.

Definición del modelo en JAGS El código en JAGS incluyó las siguientes partes:

- La **verosimilitud**, especificando la relación entre y_i, μ_i y ϕ .
- Las **distribuciones a priori** para β y ϕ

Configuración y muestreo El modelo fue configurado para ejecutarse en múltiples cadenas con un periodo de adaptación inicial. Posteriormente, se generaron muestras a partir de las distribuciones posteriores de β y ϕ mediante muestreador de Gibbs.

4. Discusión

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Estimación de los coeficientes

Variable	Valor Estimado	Odds	Interpretación
$\beta[1]$	-5.528	$\exp(-5.528) \approx 0.004$	En ausencia de otras variables, la tasa de suicidio tiene odds muy bajas.
$\beta[2]$	-0.000002	$\exp(-0.000002) \approx 1.00$	La edad no parece tener un efecto significativo en la tasa de suicidios (intervalo incluye 0).
$\beta[3]$ a $\beta[7]$	-0.054 a -0.039	$\exp(-0.039) \approx 0.96$	Aumentar de estrato reduce los odds de suicidio. Ejemplo: Estrato 2 reduce los odds en un 4 %.
$\beta[8]$	-0.000064	$\exp(-0.000064) \approx 0.999$	Leve reducción en los odds de suicidio con aumento de la población femenina.
$\beta[9]$	0.000182	$\exp(0.000182) \approx 1.00$	Aumento en la población masculina está asociado con un leve aumento en los odds de suicidio (significativo).
$\beta[10]$ a $\beta[12]$	Negativos	$\exp(\beta) < 1$	Disminución en los odds de suicidio al estar afiliado en régimen contributivo, especial o independiente.
$\beta[13]$	0.043	$\exp(0.043) \approx 1.04$	Efecto positivo: afiliación subsidiada podría estar asociada con mayores odds de suicidio.

Tabla 10: Resultados de la estimación de los coeficientes y sus interpretaciones.

donde:

- $\beta[1]$: Intercepto
- $\beta[2]$: Edad
- $\beta[3]$ a $\beta[7]$: Estrato socioeconómico
- $\beta[8]$: Total de mujeres
- $\beta[9]$: Total de hombres
- $\beta[10]$ a $\beta[12]$: Tipo de afiliación a salud
- $\beta[13]$: Afiliación subsidiada

4.1.2. Cadenas de Markov mediante el Método de Montecarlo

Se realizaron 100.000 simulaciones, 5.000 iteraciones de precalentamiento(adaptación), 5 de cadenas de Markov que se usarán para generar muestras del modelo y 1.000 iteraciones de calentamiento.JAGS genera 20.000 muestras de cada variable especificada, es decir β y ϕ .

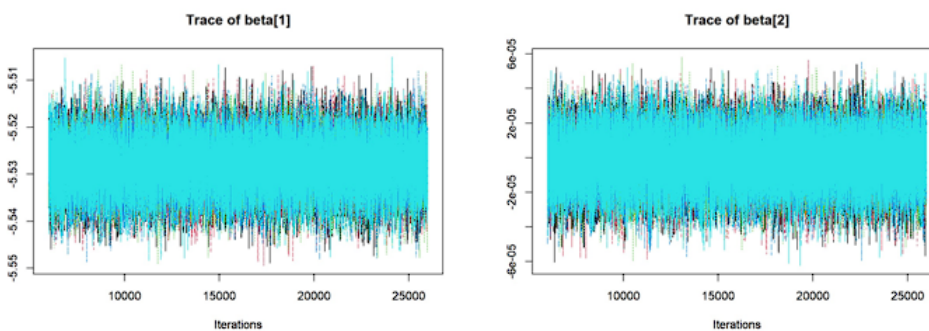


Figura 9: β_1 y β_2 . Fuente: Elaboración propia.

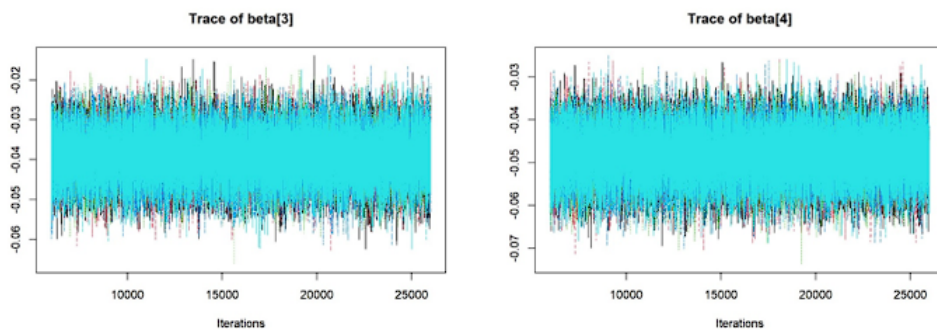


Figura 10: β_3 y β_4 . Fuente: Elaboración propia.

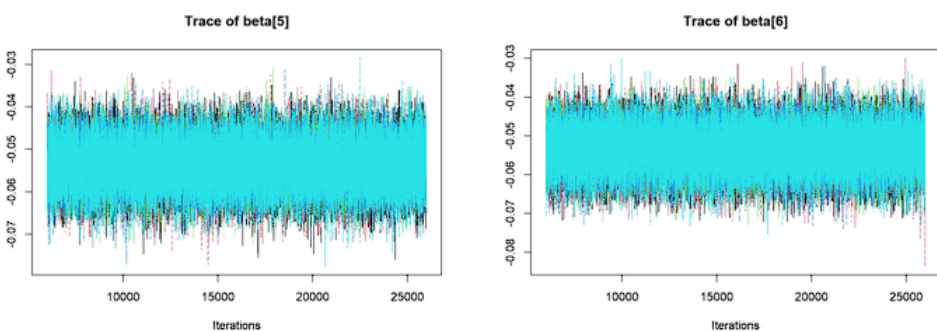


Figura 11: β_5 y β_6 . Fuente: Elaboración propia.

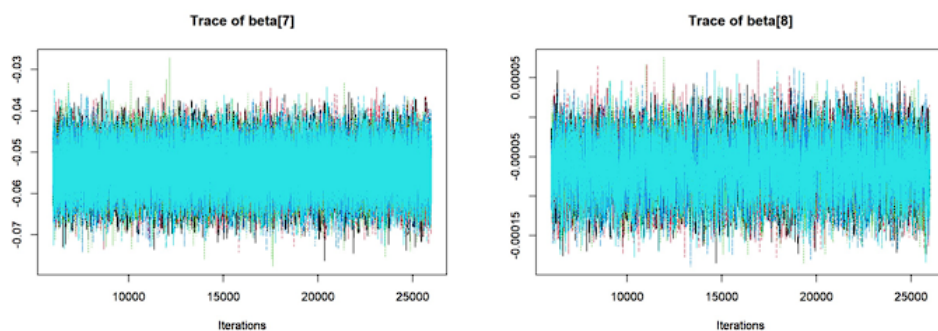


Figura 12: β_7 y β_8 . Fuente: Elaboración propia.

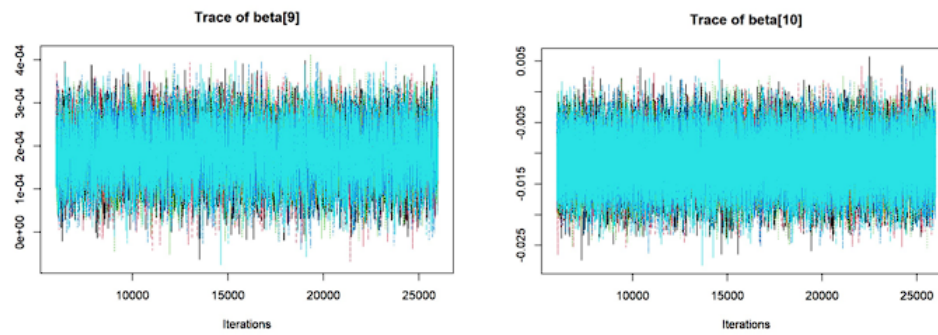


Figura 13: β_9 y β_{10} . Fuente: Elaboración propia.

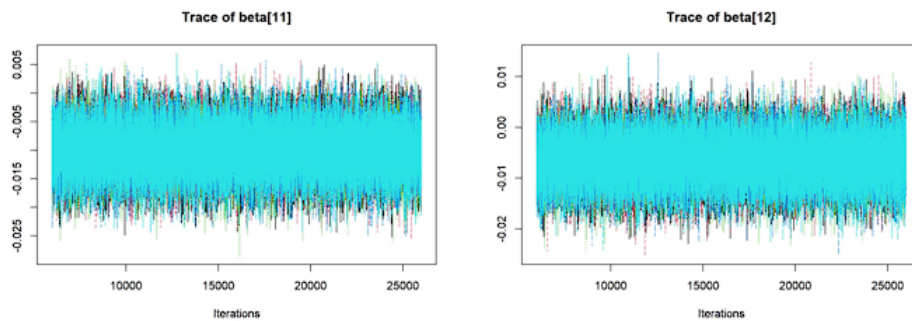


Figura 14: β_{11} y β_{12} . Fuente: Elaboración propia.

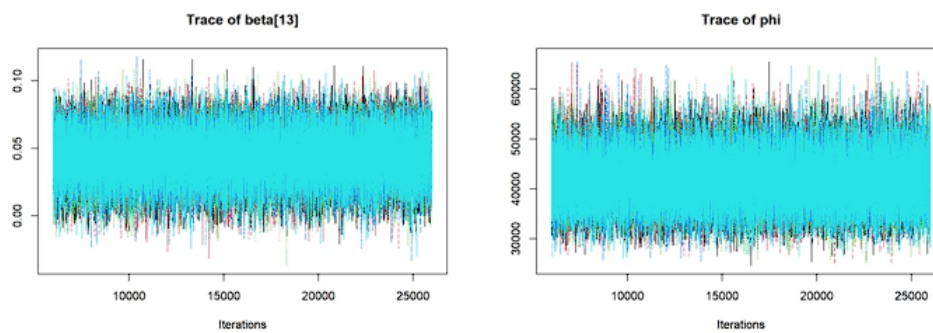


Figura 15: β_{13} y ϕ . Fuente: Elaboración propia.

En las **Figuras 9-15**, se evidencia la convergencia de los β y ϕ hacia la distribución estacionaria.

4.2. Limitaciones

El modelo utiliza supuestos bayesianos y distribuciones a priori, lo que podría influir en los resultados si estas elecciones no reflejan adecuadamente la realidad. La relación entre las variables predictoras y la tasa de suicidio podría ser no lineal o depender de interacciones no modeladas aquí.

4.3. Implicaciones prácticas

Las políticas públicas deben enfocarse en reducir la vulnerabilidad de las personas en estratos bajos y afiliados al régimen subsidiado, considerando que enfrentan mayores riesgos de suicidio. La diferenciación por género es crucial en el diseño de programas de prevención del suicidio, dado el mayor riesgo asociado con la población masculina. Aunque la edad no parece ser un factor significativo en este análisis, otras variables contextuales no incluidas en el modelo podrían influir en las tasas de suicidio.

5. Conclusiones

■ Efectos del estrato socioeconómico

Los coeficientes asociados con los diferentes estratos socioeconómicos (β_3 a β_7) son negativos, lo que indica que, en general, un aumento en el nivel socioeconómico está asociado con una disminución en los odds de suicidio. Esta tendencia sugiere una relación inversa entre el nivel socioeconómico y el riesgo de suicidio, esto podría reflejar cómo las condiciones de vida más favorables, como el acceso a recursos, redes de apoyo y estabilidad económica, protegen contra los factores de riesgo para el suicidio.

Este patrón sugiere que la pobreza y las condiciones adversas asociadas a los estratos socioeconómicos más bajos son factores de riesgo importantes para la salud mental y el suicidio, mientras que una mayor estabilidad socioeconómica puede ser un factor protector, por ejemplo la desigualdad económica y social puede aumentar la percepción de exclusión y desesperanza en las personas de estratos bajos, lo que puede contribuir a sentimientos de impotencia y desesperación, factores que son conocidos por aumentar el riesgo de suicidio.

■ Población masculina y femenina

El coeficiente para el total de mujeres (β_8) es ligeramente negativo, indicando una relación débil entre un aumento en la población femenina y una disminución en los odds de suicidio.

Por otro lado, el coeficiente para el total de hombres (β_9) es positivo y significativo, lo que implica que un aumento en la población masculina está asociado con un incremento pequeño pero relevante en los odds de suicidio.

Esto podría reflejar diferencias de género en los factores de riesgo asociados con el suicidio, las diferencias de género pueden radicar en que las mujeres suelen buscar más ayuda para problemas de salud mental, lo que facilita la intervención temprana y el tratamiento efectivo. Además, expresan abiertamente sus emociones, lo que les permite acceder mejor a redes de apoyo. Aunque las mujeres tienen más intentos de suicidio, estos son menos letales que los de los hombres, lo que puede explicar una relación débil y negativa en el coeficiente de la población femenina, sugiriendo que un aumento en su población podría mejorar la detección y prevención del suicidio.

En cambio, los hombres enfrentan mayores barreras para buscar ayuda debido al sistema patriarcal, donde se les fuerza a reprimir sus emociones y el estigma asociado con la vulnerabilidad. Además, tienden a usar métodos más letales en sus intentos de suicidio, lo que aumenta la probabilidad de éxito. Esto puede explicar porqué el aumento en la población masculina se asocia con mayores odds de suicidio completado, ya que, aunque los intentos de suicidio son más frecuentes en mujeres, las tasas de suicidio completado son más altas en hombres.

■ Tipo de afiliación a salud

Los coeficientes asociados con las afiliaciones contributiva, especial e independiente (β_{10} a β_{12}) son consistentemente negativos. Esto sugiere que estas formas de afiliación están relacionadas con una disminución en los odds de suicidio, posiblemente debido a un mejor acceso a servicios de salud o apoyo social en estos regímenes.

La **afiliación subsidiada** está asociada con un coeficiente positivo en el modelo bayesiano, lo que implica que, en comparación con otras formas de afiliación al sistema de salud, las personas afiliadas a este régimen presentan un aumento en los odds de suicidio. Este hallazgo sugiere que la condición económica y social de las personas afiliadas a este tipo de régimen podría ser un factor relevante en su mayor vulnerabilidad a suicidios.

Las personas en régimen subsidiado suelen pertenecer a grupos con menores recursos económicos y, a menudo, enfrentan condiciones de vida más precarias. Estas condiciones de vulnerabilidad pueden estar asociadas a una mayor exposición a factores de riesgo psicosociales, como estrés crónico, inseguridad económica, aislamiento social y falta de acceso a servicios de salud mental adecuados. Estas situaciones aumentan la probabilidad de que los individuos desarrollen trastornos emocionales o mentales graves, como depresión y ansiedad, que a su vez son factores de riesgo conocidos para el suicidio.

Además, la mayor prevalencia de enfermedades mentales no tratadas en este grupo podría estar relacionada con limitaciones en el acceso a servicios de salud mental de calidad. Las personas afiliadas a sistemas subsidiados pueden tener menos acceso a atención psicológica y psiquiátrica adecuada, ya sea por la falta de cobertura, la falta de profesionales en su área, o las barreras económicas y sociales que dificultan el acceso oportuno a los servicios. Estas

limitaciones pueden empeorar la salud mental de estas personas y, en última instancia, aumentar su riesgo de intentar o cometer suicidio.

■ Edad

La variable de edad (β_2) no muestra un efecto significativo sobre los odds de suicidio, ya que su intervalo creíble incluye el cero. Esto sugiere que, en este modelo, la edad no tiene un impacto directo relevante.

Es importante considerar que, en este análisis, se utilizó la edad media como predictor. La edad media representa una medida central que puede no capturar completamente las diferencias en el riesgo de suicidio asociadas con distintas franjas etarias. De hecho, en muchos estudios, el riesgo de suicidio varía considerablemente en función de grupos de edad específicos, y un promedio de edad podría diluir patrones significativos dentro de segmentos de la población más jóvenes o más viejos.

En este caso, si los suicidios se concentran principalmente en un rango de edad de 10 a 31 años en todos los departamentos, la relación entre la edad media y el riesgo de suicidio podría ser débil porque la variabilidad dentro de este rango específico es mayor que la que podría capturar un solo valor medio. Además, es posible que la edad media no refleje adecuadamente las características del grupo más joven, que podría estar más afectado por factores psicosociales y culturales particulares, o bien, podría subestimar el riesgo asociado con la edad avanzada en poblaciones con factores de riesgo adicionales.

Referencias

- Belsher BE, Smolenski DJ, Pruitt LD, et al. *Prediction Models for Suicide Attempts and Deaths: A Systematic Review and Simulation*. JAMA Psychiatry;76(6):642–651., 2019. URL doi:10.1001/jamapsychiatry.2019.0174.
- Bååth R. *¿Qué es exactamente un modelo bayesiano?* Stack Exchange Inc, 2015. URL [https://stats-stackexchange-com.translate.google/questions/129017/what-exactly-is-a-bayesian-model?_x_tr_s](https://stats.stackexchange-com.translate.google/questions/129017/what-exactly-is-a-bayesian-model?_x_tr_s).
- Chapman and Hall/CRC. *Generalized Additive Models: An Introduction with R*. Statistica Sinica, 14(3), 731–761., 2017.
- Departamento Nacional de Planeación et al. *EL SUICIDIO EN COLOMBIA: factores diferenciales entre mujeres y hombres*. Observatorio de mujeres, 2023. URL https://observatoriomujeres.gov.co/archivos/Publicaciones/Publicacion_311.pdf.
- Dávila-Cervantes CA, Pardo-Montaña AM. *Impacto de factores socioeconómicos en la mortalidad por suicidios en Colombia, 2000-2013*. Universidad Javeriana, Rev Gerenc Polít Salud.; 16 (33) : 36-51, 2017. URL <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-33.ifsm>.

- Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S. *Penalized structured additive regression for space-time data: A Bayesian perspective*. Statistica Sinica, 14(3), 731–761., 2004.
- Graham et al. *Using Bayesian Models to Predict Suicide Attempts Based on Longitudinal Health Data*, 2019.
- Guerrero M, Imelda G. *El suicidio desde una perspectiva socioeconómica cultural*. Cuicuilco volumen 12, No.33, 2005.
- Koda M, Kondo K, Takahashi S, Ojima T, Shinozaki T, Ichikawa M, et al. *Spatial statistical analysis of regional disparities in suicide among policy units in Japan: Using the Bayesian hierarchical model*. PLOS Glob Public Health 2(8): e0000271., 2022. URL <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000271>.
- López A. et al. *Problemática del suicidio en Antioquia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*. UNAL, 2022. URL <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/49438/1/JBCORDOBAM.pdf>.
- López et al. *Incorporating Prior Knowledge into Suicide Risk Analysis Using Bayesian Methods*, 2021.
- Moron P. *El Suicidio*. resses Universitaires de France, 1987. URL <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YkXpHvT9GXcC&oi=fnd&pg=PA1&dq=suicidio&ots=-7ZKiLtYdA&sig=1LOvWE1AUf7xn5FBwrXHwJYGx3o#v=onepage&q=suicidio&f=false>.
- Pereira et al. *Bayesian Evaluation of Public Policies for Suicide Prevention in Adolescents*, 2022.
- Portal Sivigila. *El Suicidio*. Ministerio de salud, 2023. URL <https://portalsivigila.ins.gov.co/Paginas/Buscador.aspx>.
- Sen A. *Desarrollo y Libertad*. Desarrollo y Libertad, Buenos Aires, 2000.
- Soto H., Villareal C. *Algunas especificidades en torno a la conducta suicida*. Santiago de Cuba, Medisan vol.19 no.8.