

**Análisis espacial de la mortalidad infantil en condiciones de pobreza en los municipios del  
departamento de Santander (2010 - 2021)**

**Juan Sebastián Herrera Sánchez**

**Trabajo de grado para Optar el Título de Economista**

**Director:**

**Freddy Jesús Ruiz Herrera**

**PhD. Desarrollo Regional e Integración Económica**

**Codirector:**

**Carlos Alfonso Mantilla Duarte**

**M.S.C. en Estadística Aplicada**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ciencias Humanas**

**Escuela de economía**

**Bucaramanga**

**2024**

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco sinceramente a mi estimado director de tesis, Freddy Jesús Ruiz Herrera, por su orientación y apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo. Su generosidad al compartir sus conocimientos en desarrollo y pobreza, así como su confianza, dedicación y vocación para ayudar a los estudiantes académicamente y en nuestra vida profesional, han sido invaluable.*

*A mi codirector de tesis, Carlos Alfonso Mantilla Duarte por su brillantez y por compartir su conocimiento en econometría y estadística geoespacial. Además, su sentido cómico y destreza para decir chistes han agregado un toque de alegría y ligereza a nuestras interacciones, haciéndolas aún más enriquecedoras.*

*A Álvaro Antonio Hernández por brindarme la oportunidad de hacer academia durante alrededor de nueve meses en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el conocimiento adquirido durante este tiempo fue fundamental para llevar a cabo el presente trabajo. También quiero agradecer a Diego, Jenny y Heidy por su apoyo y por compartir sus conocimientos en estadística, administración y análisis durante mi experiencia laboral.*

*A la escuela de Economía y Administración por proporcionar oportunidades para compartir los hallazgos de este estudio de investigación, así como apoyo financiero para presentar trabajos similares en simposios internacionales. Estas oportunidades fueron fundamentales para adquirir nuevos conocimientos y herramientas que se aplicaron en este trabajo.*

*Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por haberme desafiado académicamente y, al mismo tiempo, haberme brindado la oportunidad de obtener el título de economista. Expreso mi gratitud a cada docente por compartir sus conocimientos en todas las ramas de la economía, lo cual ha sido fundamental para mi formación profesional.*

## DEDICATORIA

*Agradezco a Dios por su presencia constante en todos los momentos de mi vida, por nunca abandonarme y por guiarme en cada una de las decisiones y circunstancias de la vida.*

*Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis queridos padres, Javier y Marlene. Han sido mucho más que mis padres: han sido mi guía, mi mayor inspiración y mi apoyo incondicional en cada paso de mi vida. Su honestidad, amor y resiliencia han sido los pilares sobre los cuales he construido mi camino, y hoy puedo decir con orgullo que este nuevo logro conseguido es gracias a su inquebrantable apoyo y sacrificio. Cada desafío superado, cada meta lograda, lleva inmerso su amor y dedicación. Este nuevo logro es por y para ustedes.*

*Estoy agradecido con mi hermana Paula por el papel que desempeña en mi vida, por sus consejos y los momentos felices que compartimos. Ahora entiendo que siento una motivación para estar a su lado, protegerla y apoyarla constantemente, algo que no había experimentado antes de que ella llegara y que ha sido fundamental para mi desarrollo como persona.*

*A mi querida peque Andrea Jauregui, cada día a su lado es un regalo preciado que agradezco a Dios. Su presencia en mi vida ha sido una verdadera bendición, enseñándome el significado más profundo del amor y la reciprocidad en una relación. Ella es mi confidente y compañera de vida, compartiendo risas, lágrimas y sueños juntos. Por todo lo que eres y representas, quiero expresarte mi más profundo agradecimiento.*

*A mis queridos abuelos, les agradezco por siempre estar ahí para mí, por ayudarnos y apoyarnos en cada paso de nuestras vidas. Su fe en nosotros y su amor inquebrantable nos han dado fuerzas y nos han guiado en momentos difíciles.*

*A mis amigos Robert, Daniel, Julián, Diego y Abdel, les agradezco por su constante apoyo al venir a mi casa para preguntarme sobre el porcentaje de progreso de mi tesis, compartir momentos y jugar juntos al "UNO", proporcionándome momentos de alivio y distracción del estrés. Ustedes me han enseñado el verdadero significado de la amistad, basada en la autenticidad y lealtad.*

*Juan Sebastián Herrera Sánchez.*

## **PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS**

Herrera, Juan. 2024. “4° SIMPOSIO INTERNACIONAL (GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE) / TERRITORIO Y PAZ”: Aceptado por el Comité Científico Académico para su presentación en el Eje Temático "Procesos, políticas públicas y territorio", en el marco del 4° Simposio Internacional a desarrollarse el 9 y 10 de mayo de 2024, en la Ciudad de Neiva, Huila, Colombia. Este reconocimiento destaca el impacto y la calidad del estudio titulado “Análisis espacial de la mortalidad infantil en condiciones de pobreza en el departamento de Santander (2010 - 2021)”.

**Apéndice A.** Correo electrónico con aprobación y agenda de la ponencia en el simposio.

### **Otras participaciones:**

Herrera, Juan & Jauregui, Andrea. 2022. “II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE EQUIDAD DE GÉNERO EN EL MERCADO LABORAL POS PANDEMIA 19”. En el marco del II simposio internacional a desarrollarse el 16 y 17 de agosto del 2022, en la Ciudad de Medellín, Antioquia, Colombia. Este reconocimiento por la investigación titulada “Análisis de la pobreza multidimensional en Colombia con un enfoque de género”.

Herrera, Juan & Jauregui, Andrea. 2022 “XI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y ESPIRITU EMPRESARIAL” a desarrollarse del 1 al 4 de noviembre de 2022, en la Ciudad de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Este reconocimiento por la investigación titulada “Impacto de la pobreza multidimensional en el desarrollo regional”.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	15
1. Capítulo I: Problema de investigación.....	17
2. Objetivos.....	23
2.1. Objetivo General.....	23
2.2. Objetivos Específicos.....	23
3. Pregunta de investigación.....	23
4. Hipótesis.....	23
5. Capítulo II: Mortalidad y pobreza Infantil. Marco referencial.....	24
5.1. Revisión de literatura (Marco teórico y antecedentes).....	24
5.1.1. Marco teórico.....	24
5.1.2. Antecedentes.....	30
5.1.2.1. Indicadores y metodologías: primer acercamiento.....	36
6. Capítulo III: Marco metodológico.....	56
6.1. Caracterización de Santander: Aspectos Geográficos, Económicos y Sociales.....	56
6.2. Selección de variables y bases de Datos.....	58
6.3. Metodologías seleccionadas.....	62
7.3.1. Matrices de pesos espaciales.....	62
6.3.2. Índice global de Moran.....	64
6.3.3. Indicador local de asociación espacial (LISA).....	65
6.3.4. Modelo SEM.....	66

6.3.5. Modelo SAR .....	67
6.3.6. Modelo SDM .....	68
6.3.7. Simulaciones de Monte Carlo.....	70
7. Capítulo IV: Resultados y discusión.....	71
7.1. Análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) .....	71
7.2. Análisis de tendencia TMI.....	74
7.3. Visualización de distribuciones espaciales.....	75
7.4. Resultados del índice de moran global.....	77
7.5. Análisis y visualización de autocorrelación espacial local y simulaciones de Monte Carlo.....	81
7.6. Visualización de mapas para hallar patrones de distribución espacial local (LISA) .....	85
7.7. Análisis univariante .....	90
7.8. Resultados de modelos multivariantes.....	104
8. Conclusiones.....	110
9. Recomendaciones .....	114
Referencias Bibliográficas .....	116
Anexos .....	125

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Determinantes de la mortalidad infantil.....	59
Tabla 2. Variables dependientes.....	77
Tabla 3. Variables económicas. (Test de Moran) .....	78
Tabla 4. Variables socioeconómicas. (Test de Moran).....	79
Tabla 5. Variables fisiológicas y de salud (Test de Moran).....	79
Tabla 6. Modelos espaciales del logaritmo del ingreso relativo. ....	90
Tabla 7. Modelo espacial del logaritmo de la producción per cápita.....	92
Tabla 8. Modelo espacial del índice de pobreza multidimensional .....	94
Tabla 9. Efecto equilibrio IPM 2010-2014 .....	96
Tabla 10. Efecto equilibrio IPM 2015-2019 .....	96
Tabla 11. Sin acceso a Fuente de aguas mejorada .....	97
Tabla 12. Afiliación al sistema de seguridad social en salud de los niños nacidos.....	98
Tabla 13. Efecto de equilibrio SGSSS 2020-2021 .....	99
Tabla 14. % Educación de la madre.....	100
Tabla 15. Porcentaje de nacidos vivos de madres menores de 19 años y mayores de 39 años..	101
Tabla 16. % de nacidos vivos cuyas madres tuvieron menos de 4 controles prenatales.....	102
Tabla 17. Modelo espacial multivariado 2010/2014.....	104
Tabla 18. Modelo espacial multivariado 2015-2019.....	106
Tabla 19. Modelo espacial multivariado 2020-2021.....	108

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Instituciones por país en América Latina (Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Perú, Ecuador, Uruguay y Venezuela) con publicaciones relacionadas a la pobreza infantil. (2001-2023). Elaboración propia.....	36
Figura 2. Visualización redes neuronales de la pobreza infantil. Elaboración propia. ....	37
Figura 3. Variables y Dimensiones del IPM. ....	39
Figura 4. Determinantes de la pobreza infantil. Elaboración Propia. ....	42
Figura 5. Variables y dimensiones del IPM-N, según rango de edad. ....	44
Figura 6. Determinantes mortalidad infantil.....	47
Figura 7. Mapa Geográfico del Departamento de Santander: Cabeceras Municipales, Ríos y Carreteras.....	58
Figura 8. Multidimensional Poverty Measure in Colombia.....	61
Figura 9. Mapa de ponderaciones espaciales con relación entre los centros de los municipios vecinos. ....	64
Figura 10. Gradientes socioeconómicos: IPM, Ingreso Relativo y Producción per cápita.....	71
Figura 11. Otros gradientes sociales: BSCPI, BASS, SAFAM.....	73
Figura 12. Serie de tiempo TMI Santander .....	74
Figura 13. TMI, según departamento.....	75
Figura 14. Mapas de distribución espacial.....	76
Figura 15. Gráficos de dispersión I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados TMI .....	81

Figura 16. Graficos de dispersión I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados IPM. .....	82
Figura 17. Gráfico de dispersión I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados ingreso relativo. ....	83
Figura 18. Gráfico del I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados - prod agro per cápita. ....	84
Figura 19. Correlación local absoluta y de dirección TMI. ....	85
Figura 20. Correlación local absoluta y de dirección IPM. ....	86
Figura 21. Correlación local absoluta y de dirección (Log del ingreso Relativo). ....	87
Figura 22. Correlación local absoluta y de dirección (Log de Producción agropecuaria per cápita). .....	88
Figura 23. Correo aceptación ponencia en la universidad sur colombiana.....	125
Figura 24. Correo de agendamiento para la sustentación en el simposio internacional .....	126
Figura 25. Asignación de hora y salón para la sustentación en el simposio internacional. ....	127
Figura 26. Artículos investigados. ....	135
Figura 27. Gradientes socioeconómicos. ....	139
Figura 28. Serie de tiempo TMP e Ingreso Relativo.....	140
Figura 29. Serie de tiempo Prod per cápita y TMI.....	141
Figura 30. TMI descriptiva .....	142
Figura 31. Nacimientos descriptiva. ....	142
Figura 32. Casos y TMI perinatal y neonatal tardía.....	143
Figura 33. Índice de pobreza multidimensional (IPM).....	143
Figura 34. Ingresos en los municipios de Santander.....	144

Figura 35. Producción Agrícola en Santander..... 144

Figura 36. Código Rstudio ..... 145

## Lista de Apéndices

	<b>pág.</b>
Apéndice A. Correo electrónico con aprobación y agenda de la ponencia en el simposio.....	4
Apéndice B. Principales artículos investigados. ....	52
Apéndice C. Gradientes socioeconómicos.....	55
Apéndice D. Serie de tiempo de las variables latentes y observadas para todos los municipios de Santander (2010-2021).....	74
Apéndice E. Power bi con la visualización de los resultados.....	75
Apéndice F. Código en Rstudio. ....	81

## Glosario

**Autocorrelación espacial:** Grado de correlación que tiene una variable geográfica entre dos puntos distintos.

**Datos geoespaciales:** Los datos espaciales están relacionados de manera directa o indirecta con una ubicación en la tierra (Perpiñán, 2014).

**Gradientes sociales:** Inequidad en el área de la salud a lo largo del espectro de la condición socioeconómica.

**Índice global de Moran:** Autocorrelación espacial evaluada según el nivel de correlación de los datos entre las regiones.

**Índice local de Moran:** Autocorrelación espacial individual en cada unidad espacial.

**Índice Pobreza Multidimensional - IPM:** Mide privaciones y falta de oportunidades, a mayor índice, mayor es el nivel de privaciones). “con enfoque territorial que mide el DANE”.

**Matriz de pesos espaciales:** Estructura espacial de las características de un territorio, y con ella se pueden calcular las diferentes medidas de asociación.

**Tasa de mortalidad infantil:** Instrumento demográfico para registrar la mortalidad de los niños menores de doce meses, en una región específica.

**Privación:** Despojo, impedimento o privación de la libertad para vivir, desarrollarse, elegir o lograr los funcionamientos que las personas valoran.

## Resumen

**Título del proyecto:** Análisis espacial de la mortalidad infantil en condiciones de pobreza en el departamento de Santander (2010 -2021) \*

**Autor:** Juan Sebastián Herrera Sánchez\*\*

**Palabras Clave:** Pobreza multidimensional, mortalidad infantil, privaciones, capacidades, salud pública, gradientes sociales, Santander, análisis espacial y multivariante.

**Descripción:** La mortalidad infantil, intrínsecamente ligada a la pobreza estructural, representa un desafío global y específico en Colombia. En este trabajo de grado, se busca comprender cómo los factores socioeconómicos inciden en el desarrollo y la supervivencia de los niños. Para ello, se emplean técnicas avanzadas de visualización espacial y modelos de regresión, como el SAR, SEM y SMD. El proceso investigativo se inicia con un análisis de la literatura existente sobre la tasa de mortalidad infantil, seguido de la revisión de indicadores y metodologías comúnmente empleadas en este ámbito. Este análisis previo facilita la selección de índices pertinentes de pobreza multidimensional y de Moran, fundamentales para el estudio. La asociación entre los gradientes sociales y la mortalidad infantil se examina detenidamente, lo que resulta esencial para comprender su evolución a lo largo del periodo comprendido entre 2010 y 2021. Asimismo, se visualizan la distribución y asociación espacial de estos gradientes con la tasa de mortalidad infantil, permitiendo así el diseño de modelos geoespaciales óptimos. Los hallazgos revelan una significativa correlación espacial entre el incremento de la pobreza multidimensional y la tasa de mortalidad infantil en Santander durante el periodo 2010-2019. Estos resultados resaltan la urgencia de abordar la pobreza estructural como un factor determinante en la mortalidad infantil. En resumen, este estudio proporciona información para que instituciones y actores locales comprendan y aborden eficazmente el fenómeno de la mortalidad infantil en contextos de pobreza, contribuyendo así a la formulación de políticas más efectivas y a la mejora de las estrategias de intervención en materia de salud infantil.

---

\* Trabajo de grado para optar al título de Economista de la Universidad Industrial de Santander.

\*\* Estudiante de último semestre de Economía, Universidad Industrial de Santander. Integrante e investigador del Semillero de Investigación en Desarrollo Económico Regional SIDER, Grupo de Investigación Desarrollo Regional y Ordenamiento Territorial GIDROT, Bucaramanga, Colombia, Carrera 27 calle 9, (+57) (607) 634 4000, [juan2191698@correo.uis.edu.co](mailto:juan2191698@correo.uis.edu.co), ORCID: 00-0002-9924-6734.

### Abstract

**Project Title:** Spatial analysis of infant mortality in conditions of poverty in the department of Santander (2010 -2021) \*

**Authors:** Juan Sebastian Herrera Sanchez\*\*

**Keywords:** Multidimensional poverty, infant mortality, deprivation, capacities, public health, social gradients, Santander, spatial and multivariate analysis.

**Description:** Infant mortality, intrinsically linked to structural poverty, represents a global and specific challenge in Colombia. This thesis seeks to understand how socioeconomic factors affect children's development and survival. To do this, advanced spatial visualization techniques and regression models, such as SAR, SEM, and SMD, are used. The research process begins with an analysis of the existing literature on the infant mortality rate, followed by a review of indicators and methodologies commonly used in this field. This preliminary analysis facilitates the selection of relevant indices of multidimensional poverty and Moran's disease, which are fundamental to the study. The association between social gradients and infant mortality is closely examined, which is essential to understand its evolution over the period from 2010 to 2021. Likewise, the distribution and spatial association of these gradients with the infant mortality rate are visualized, thus allowing the design of optimal geospatial models. The findings reveal a significant spatial correlation between the increase in multidimensional poverty and the infant mortality rate in Santander during the period 2010-2019. These results highlight the urgency of addressing structural poverty as a determinant of infant mortality. In summary, this study provides information for local institutions and actors to understand and effectively address the phenomenon of infant mortality in contexts of poverty, thus contributing to the formulation of more effective policies and the improvement of intervention strategies in the field of child health.

---

\* Degree Project.

\*\* Final semester student of Economics, Universidad Industrial de Santander. Member and researcher of the Regional Economic Development Research Seedbed SIDER, GIDROT Regional Development and Territorial Planning Research Group, Bucaramanga, Colombia, Carrera 27 call 9, (+57) (607) 634 4000, [juan2191698@correo.uis.edu.co](mailto:juan2191698@correo.uis.edu.co), ORCID: 00-0002-9924-6734.

## **Introducción.**

La mortalidad infantil es una problemática de salud pública y desigualdad social que se presenta a nivel global. En el 2021 se reportaron aproximadamente cinco millones de defunciones de niños con menos de cinco años a nivel global y 1,9 millones de neonatos fallecieron en el mismo año (UNICEF, Unicef, 2023). El trabajo de grado propuesto tiene como objetivo identificar si en Santander la mortalidad infantil se debe a un fenómeno de pobreza estructural, es decir, los gradientes sociales y económicos, tales como la carencia de acceso a los servicios de salud, la pobreza multidimensional, la producción per cápita, los ingresos relativos y las privaciones son los responsables de que el niño fallezca o no pueda desarrollar sus capacidades físicas y cognitivas.

Sobre las nociones de pobreza y mortalidad infantil se han presentado múltiples debates en el contexto regional, en el que factores como la asociación entre los aspectos estructurales de la pobreza con la mortalidad infantil han predominado, al igual que, los elementos a nivel de individual (micro) como las tácticas familiares para la vida cotidiana y a nivel global (política económica), también influyen en los índices de salud infantil. De igual manera, se puede analizar desde un enfoque patológico en el que la mortalidad infantil está asociada a la pobreza a partir de condicionantes biológicos y sociales.

Por ende, se ha optado por entender la pobreza desde un marco estructural ya que junto a la elaboración de cartografía se puede definir la distribución espacial detectando cambios en el tiempo y espacio. Con este tipo de información, se podrán plantear estrategias y políticas que garanticen el sano desarrollo fisiológico, cognitivo, emocional, y social, durante el ciclo de vida del niño.

“De manera análoga, “antes de que sucediera la pandemia COVID19, el 50% de los pobres en el mundo eran menores de edad, lo cual permite dimensionar el grado de privaciones, dificultades y obstáculos que están presenciando los niños en su etapa de desarrollo y crecimiento” (ONU, 2020).” La mortalidad infantil y la pobreza se encuentran relacionados en la medida que la segunda es entendida desde un enfoque estructural en el que se puede incrementar el riesgo de mortalidad infantil por la exposición a enfermedades, el desempleo, la pobreza, la atención medica oportuna, etc. (Longhi, 2011, p. 5).

Inicialmente, el trabajo de grado aborda un análisis de los referentes teóricos e investigaciones académicas sobre la tasa de mortalidad infantil (TMI), posteriormente, una revisión de los indicadores y las metodologías que suelen ser utilizadas frecuentemente, sobre las cuales se selecciona una para ser desarrollada en el proceso de investigación.

Luego, se escogen los indicadores que se utilizan para analizar los gradientes sociales de la mortalidad y la pobreza infantil, siendo insumo para el estudio de la tendencia de este índice durante el periodo 2010-2021. Finalmente, se visualiza la distribución y asociación espacial global y local de los gradientes sociales de la TMI, para de esta manera plantear los modelos geoespaciales óptimos.

En resumen, este trabajo de grado se plantea como un insumo de discusión para que las instituciones y actores departamentales interpreten el comportamiento del fenómeno de la defunción de los infantes en condición de pobreza a nivel municipal.

## **1. Capítulo I: Problema de investigación.**

Según la OMS y la Organización Panamericana de la salud (OPS), la TMI en niños menores de cinco años ha disminuido al 50% por las acciones implementadas en los gobiernos que hicieron parte de la cumbre de desarrollo del milenio<sup>1</sup> y entidades no gubernamentales, pasando de diez millones de fallecimientos en niños menores de cinco años a cinco millones en el periodo 2008-2021 (OPS, 2023).

No obstante, los progresos han experimentado una notable disminución desde 2010, siendo este una de las principales causales de que se sigan presentando 5 millones de muertes de niños, cabe aclarar, que alrededor del 38% correspondía a niños de 1 a 11 meses y el 40% de niños mayores a cinco años, según el grupo interinstitucional de las naciones unidas. Esto nos indica que hay que focalizar las políticas desde el cuidado de la primera infancia e incluso desde el periodo de gestación de la madre.

En cuanto a la pobreza absoluta, 385 millones de infantes se encontraban en condición de privación en el 2016, en donde no contaban con los suficientes insumos de agua, alimentos, sanidad y educación. (ONU, 2016). Ahora bien, Carolina Sánchez quien fue directora de la división de la desigualdad, pobreza y justicia social del Banco Mundial en el 2021, encontró que antes de que ocurriera la pandemia del 2020, el 50% de los individuos en condición de pobreza en el mundo eran menores de edad, lo cual, nos permite dimensionar el grado de privaciones, dificultades y obstáculos que están presenciando los menores de edad en su etapa de desarrollo y crecimiento. Siguiendo esta misma línea de la pobreza extrema, el África Subsahariana concentró el 77% de

---

<sup>1</sup> Dentro de estos países que cumplieron la meta del desarrollo del milenio se encuentra Turquía, Ucrania, Rusia, Sudáfrica, Malasia, Vietnam, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Catar, Nueva Zelanda, España, Irlanda, Canadá, Nicaragua y Ecuador.

todas las muertes de mortalidad en el 2021, de las cuales el 60% fallecieron por gastroenteritis, infección pulmonar, nacimientos anticipados y en el parto, según la OMS. Además, la reducción de la mortalidad de recién nacidos a nivel global ha sido de un 27 % en el periodo 2010-2020. (BM, 2020)

En América, específicamente en América Latina y el Caribe tuvieron 255 neonatos fallecidos a diario antes del 2022. (OPS, 2022). Esto se analiza desde el enfoque de la salud, ya que, si se analiza desde el marco de la violencia y la marginalidad, esta cifra se incrementaría drásticamente porque LATAM es percibida como una de las regiones con mayor tasa de violencia a nivel mundial. Por un lado, México, Venezuela y Brasil son aquellos países que presentan mayores índices de homicidios (UNICEF, Salud Digital, 2022) y por el otro lado México lidera el índice de mortalidad en menores por maltrato físico (UNICEF, Fundación en pantalla contra la pobreza infantil, 2006).

Cabe aclarar, que las principales causales de la mortalidad de los niños en la región son también las complicaciones de prematuridad, los defectos congénitos, la carencia de atención sanitaria y médica. En el territorio nacional, la mortalidad infantil ha estado en descenso desde 1998 por la implementación de programas orientados hacia la protección social como el de familias en acción, de cero a siempre, primera infancia y el plan de hábitos saludables. Cabe resaltar que, según la información suministrada por el Banco Mundial, la TMI ha pasado “en menores de cinco años” de 16 puntos en 2010 a una tasa de 11 puntos en 2020. Sin embargo, en regiones como el Vichada y el Chocó no se logró disminuir la TMI, presentando tasas de 18 y 19,4 puntos, respectivamente, cifras reportadas en el 2020. Siendo a su vez, menor al promedio de muertes que se presentan en América Latina por cada 1000 nacidos (Mundial, 2020).

Para entender la TMI en los niños menores a un año, se debe comprender como los agregados

macroeconómicos inciden en las condiciones de pobreza de estos niños, ya que de esta manera se pueden capturar los efectos que tiene el PIB, la producción, el consumo y el ahorro en las diferentes etapas de crecimiento del infante. (Perazzo, 2011)

Asimismo, si se va a disminuir la pobreza infantil para que también lo haga la tasa de mortalidad, se deben tener en cuenta factores económicos como la inflación, ya que tan solo en enero de 2023 el DANE reportó que Colombia tuvo una variación mensual de 1,78 puntos. El motivo de esta variación tiene múltiples causales ya que durante este mes se presentaron paros y bloqueos de los taxistas, deslizamientos de tierras en algunas zonas del país, el precio elevado de los fletes y causas externas como la guerra de Ucrania, etc. Estos sucesos que han ocurrido en enero tienen una fuerte implicación en la elevación de los costos de alimentos y productos esenciales, porque los costos de transporte dentro del país se incrementan ante la imposibilidad de llevar los alimentos del campo a la ciudad.

Todo esto ocasiona que el ingreso en las familias cada vez alcance para adquirir una menor cantidad de bienes o servicios, y, por ende, se incremente la población pobre, se estanque el crecimiento económico y haya más muertes de niños.

En cuanto a Santander, el DANE publicó en su informe mensual que la ciudad de Bucaramanga tuvo una variación anual del IPC de 13,25%, por lo cual la fue la tercera ciudad con mayor aumento de inflación después de Manizales y Popayán. (DANE, IPC, 2023). Pero no solamente se presenta el deterioro del bienestar por la inflación, en Santander el 39% de los jefes de hogar se percibían privados en educación, salud o desempleo. (DANE, IPM, 2021). De igual manera, en Santander el centro de investigaciones en cultura y sociedad (CICS) de la UIS registró en el 2021 un total de 37 menores afectados por maltrato.

Se tuvo tasas de mortalidad de 7,8% en 2019 y de 6,6% en 2020, según la base de datos:

Así vamos en salud. Esta es una señal positiva de las acciones implementadas, sin embargo, como se mencionó previamente, los avances se han reducido significativamente. Esto puede deberse a que se han incrementado otras problemáticas como incidencia del maltrato contra la mujer, ya que han ocurrido más casos de este tipo y también ha crecido el empoderamiento de las mujeres para denunciar estos casos en Bucaramanga.

De acuerdo con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) se busca plantear algunos elementos de análisis, especialmente a los tres primeros objetivos de la agenda, es decir, terminar con la pobreza, eliminar el hambre, y, mejorar la calidad de vida, respectivamente. Todo esto desde un enfoque regional que incluye a los municipios que hacen parte de Santander.

La mortalidad infantil es un fenómeno que, en países africanos como Burundi, Somalia, Níger, Chad y Sierra Leona, tienen un carácter geoespacial y estructural, es decir, son territorios en los que se presentan índices de pobreza multidimensional que giran en torno al 64% y de igual manera, se concentran las localidades con mayores cifras de muertes de infantes en todo el mundo, según Multidimensional Poverty Peer Network (MPPN, 2021).

De manera análoga, tienen escasos terrenos aptos para producir alimentos que les sirvan para abastecer a sus comunidades, no cuentan con factores ambientales adecuados, el acceso a los sistemas de salud no es óptimo ya que las clínicas y hospitales no dan abasto, siendo esta una de las principales razones por la que en el 2018 el 28,8% de los niños en edad temprana de Sierra Leona presentaron desnutrición crónica, según UNICEF. Esta condición de pobreza absoluta o extrema es propensa a cambiar en la medida que se tomen políticas y alternativas adecuadas a las demandas individuales de cada territorio, por ende, las necesidades de una sociedad no son fijas y deben plantearse enfoques incluyentes que velen por garantizar los requerimientos mínimos de los individuos en su variación espacio temporal (Boltvinik, 1990). Ahora bien, en países desarrollados

también combaten esta problemática, por lo que, presentan carencias estructurales de tipo migratorio, pobreza, desigualdad, etc.

Partiendo de esta distinción se pueden generar políticas focalizadas a reducir la mortalidad y la pobreza estructural, ya que estos dos fenómenos se encuentran relacionados en la medida que la pobreza puede incrementar el riesgo de mortalidad infantil por no tener acceso a un centro de salud asistencial para el cuidado de primera infancia, desempleo, exposición a enfermedades, etc. (Longhi F. , 2011). Cabe aclarar que, los niños no necesariamente fallecen al presentar estas vulnerabilidades, pero, si se presentan severas consecuencias en su ciclo de vida, ya sea a nivel cognitivos, afectivo, físico o psicomotores, que pueden repercutir en el desarrollo, la pobreza o en última instancia en la mortalidad infantil.

“Según la edición especial: niños en pobreza multidimensional 2019, se encontró que hay 1300 millones de pobres multidimensionalmente, en la que se encontraban 623 millones de niños y 428 millones eran menores de edad. Esto es una señal directa de que se están privando las potencialidades de las personas y de la misma manera se está restringiendo la libertad” (Sen, 2000). En el trabajo de grado se implementa un enfoque multidimensional, es decir, no se ve la pobreza desde una perspectiva únicamente monetario porque se pueden esconder aspectos cruciales de la privación, además, se ha optado por delimitar la unidad de medida a nivel de los municipios de Santander ante la ausencia de investigaciones relacionadas a la mortalidad infantil a nivel local.

Por ende, nace la necesidad de encontrar cuales son las razones económicas y sociales por las que se está presentando esta alta tasa de prematuridad en la región. Otra razón por la que se escogió Santander es el bajo peso o la alta desnutrición con el que están naciendo los bebés en la región, ya que más de 2.000 bebés presentaron esta condición y el 9.07 % de los nacimientos en Santander no cumplió con el mínimo requerido de peso en el 2021, según el DANE. De igual

manera, como se mencionó previamente, es fundamental encontrar que determinantes o gradientes sociales se están presentando con mayor intensidad y a partir de esto, entender cuáles pueden llegar a estar afectando en una mayor proporción al niño.

A partir del análisis integral que se plantea en el trabajo de grado, se analiza la asociación que tienen los gradientes sociales con la mortalidad infantil, con el fin de ver el grado de incidencia de cada uno, lo cual ayuda a que se elaboren estrategias para desarrollar estrategias que posibiliten el acceso al sistema médico, seguridad alimentaria y a la calidad de vida, repercutiendo a su vez, en un incremento del empleo, el capital humano y en el largo plazo en el crecimiento económico del departamento.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Analizar espacialmente los gradientes sociales de la pobreza que están asociados a la mortalidad infantil en los municipios de Santander (2010-2021)

### **2.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar indicadores y metodologías de análisis espacial sobre mortalidad infantil y el IPM.
- ✓ Calcular las propensiones de mortalidad infantil.
- ✓ Presentar resultados de los modelos geoespaciales regionales (2010-2021).

## **3. Pregunta de investigación.**

¿La mortalidad infantil en los municipios de Santander es un fenómeno espacial asociado a la pobreza?

## **4. Hipótesis**

Ho: No hay asociación entre la mortalidad infantil en los municipios Santander y los niveles de pobreza espacialmente.

Ha: Existe una asociación entre la mortalidad infantil en los municipios de Santander y los niveles de pobreza espacialmente.

## **5. Capítulo II: Mortalidad y pobreza Infantil. Marco referencial.**

### **5.1. Revisión de literatura (Marco teórico y antecedentes)**

A continuación, se abordarán el marco teórico, los antecedentes y los estudios relacionados a la pobreza y mortalidad infantil, de esta manera se podrá comprender su interrelación y las medidas de intervención para mejorar las condiciones de salud y bienestar de los niños en situación de vulnerabilidad.

#### ***5.1.1. Marco teórico***

En esta etapa se aborda la mortalidad y pobreza infantil desde el marco conceptual para integrar las teorías, conceptos y documentos que son fundamentales para la investigación de esta disciplina. Inicialmente, se entiende porque se ha escogido estudiar la pobreza desde un enfoque multidimensional, luego se analiza las ventajas de introducir algunos indicadores y metodologías desarrollados por Amartya Sen, Martha Nussbaum, Alkire y Foster, con su evolución en el tiempo. Posteriormente, se aborda la mortalidad y pobreza infantil con el fin de entender cómo afecta esta problemática a la unidad de análisis escogida. Finalmente, se analiza la relación que tienen los diversos estudios previamente realizados ante la problemática que aborda la presente investigación.

Se ha optado por abordar los tres primeros ODS, que abordan la erradicación de la pobreza, eliminación del hambre y el bienestar. Estos serán mitigados regionalmente debido a que el enfoque escogido tiene sectorizada la información a los municipios del departamento de Santander.

Además, se entendió la pobreza como un estado del individuo caracterizado por la escasez y las privaciones que impiden que tengan las condiciones mínimas para vivir dignamente, ya que se permite evaluar objetivamente las circunstancias de vida en las localidades, permitiendo identificar fácilmente las áreas de intervención y la ejecución de acciones adecuadas para

garantizar la obtención de recursos y servicios básicos de los niños en los municipios de Santander. De igual manera, la propuesta de desarrollo humano y pobreza de Oxford respalda este enfoque al considerar la pobreza como un fenómeno que debe ser entendido a partir de otras variables como la seguridad, bienestar, empoderamiento, ocio y desarrollo psicológico, emocional y físico (OPHI,2008). Este enfoque se alinea con el de las capacidades, propuesto por Amartya Sen.

Abordar las ideas de Sen implica destacar que este economista entiende la pobreza como la falta de capacidades que impide garantizar la libertad y dificulta el logro de las necesidades esenciales. (Sen A., 2000). Sen se refiere a “capacidades” para hablar de las oportunidades que se tienen para garantizar el sano desarrollo y adquirir una mejor calidad de vida. Así se profundiza en la comprensión de la naturaleza y los factores que causan la pobreza y privación, centrándose en los objetivos que los individuos persiguen” (Sen, 2000). Además, Sen considera que, al contar con la libertad, las personas pueden alcanzar lo que valoran en términos de hacer o ser, como se expone en "The Idea of Justice", página 232.

Un ejemplo en el que se priva la libertad es la mortalidad infantil ya que se impide a los niños llevar a cabo metas que están intrínsecamente relacionadas a la preservación de la vida, según Sen. En este contexto, la mujer desempeña un papel crucial, porque en la medida que adquiere una mayor educación la mortalidad infantil decrece junto a la tasa de fecundidad, según Amartya Sen en “Desarrollo y libertad” (2000).

También se enfatiza en los funcionamientos que son aquello que los individuos valoran que pueden ser o hacer.<sup>2</sup> (Sen A. , 2000, p. 99).

---

<sup>2</sup> Es esencial hacer referencia a la percepción que las personas tienen de sí mismas. Al dejar de lado exclusivamente los bienes materiales, es necesario incorporar los sentimientos, ya que estos influyen en la selección de atributos, incluso de manera implícita (Sen, 1992). Asimismo, Sen critica el enfoque utilitarista del desarrollo y considera que el bienestar de las personas está determinado por sus capacidades. Ilustra este argumento destacando la utilidad generada por la capacidad de desplazarse en una bicicleta en lugar de simplemente poseer el objeto en sí (Sen, 1983, p. 160). Este aspecto distingue la perspectiva de las capacidades del enfoque utilitarista económico. (Nussbaum, 2016, p. 45).

Estos funcionamientos pueden ser el estar educado, nutrido, empleado, desarrollado, seguro, etc., sin embargo, Sen condiciona el concepto de las “capacidades” a la libertad fundamental que les permite a las personas obtener los funcionamientos que las personas valoran. (Sen A. , 2000, pp. 99-100).

De esta manera, el “funcionamiento” es definido como la ejecución de las capacidades o en otras palabras la materialización de seres y haceres en donde estas capacidades se concretan. Cabe aclarar que estas capacidades son un fin, por lo que su manifestación en forma de funcionamiento se integra en el ámbito individual, intrínsecamente vinculado a la libertad que todo individuo debería disfrutar (Nussbaum, 2016).

Por otra parte, investigaciones de Martha Nussbaum establecen una asociación entre en enfoque aristotélico y las capacidades básicas. (Sen A. , 1996, p. 54). Nussbaum comprende a las capacidades básicas desde la perspectiva de la dignidad, justicia social, derechos humanos y bienestar social. (Nussbaum, 2011).

El término “capacidades básicas” otorga un abordaje completo de la pobreza que trasciende el aspecto puramente económico del nivel de ingresos. Sin embargo, Sen argumenta que estos dos conceptos están intrínsecamente vinculados, por lo que el ingreso actúa como un medio para adquirir capacidades (Sen, 2000, pp. 114-115). El marco de las capacidades se centra en los aspectos esenciales de las privaciones y considera factores generadores de capacidades. Además, al desglosar la información por grupos según edad, género, hogar y eventos epidemiológicos, se puede lograr un entendimiento más profundo y desarrollar políticas focalizadas.

En este sentido, un país con bajo ingreso per cápita puede tener al mismo tiempo una mayor educación de calidad, seguridad en el territorio y atención oportuna en los centros de salud que generan mejores resultados en la calidad de vida y longevidad (Amartya, 1999).

Según Sabina Alkire, “Las estructuras sociales deben ser juzgadas en función de la amplitud de las libertades individuales para lograr las actividades que consideran esenciales.” (Alkire, 2013, p. 33). También considera que las capacidades abarcan aspectos más amplios que la salud y la educación, se adapta a diversos contextos, y no se interpreta erróneamente el vínculo entre las capacidades y el desarrollo humano.

A continuación, se explica la relación que hay entre el desarrollo humano y las capacidades: Según Alkire, la ‘buena vida’ es parcialmente una vida de opciones genuinas, y no una en la cual la persona se ve forzada a tener una vida particular, sin importar lo rica que sea en otros ámbitos.” (Alkire, 2013). Y esto se complementa con la perspectiva de Sen, en la que se considera que “la expansión de la libertad es el fin primordial del desarrollo como su medio principal.” (Sen A., 2000).

Por otra parte, problemáticas como la pobreza, hambruna y desempleo son realidades que impactan en el crecimiento de los infantes. Según Sen, cuando estos factores limitan la capacidad de las personas para gozar de libertades y derechos políticos, surgen violaciones a la libertad y desafíos económicos o sociales (Sen, 1997). De igual manera, hay privaciones como el analfabetismo en donde las personas carecen de la habilidad de leer o escribir, y aunque son conscientes, les falta la oportunidad de cambiar su destino. (Sen, 2003). En estos casos, es crucial la intervención estatal que garantice las oportunidades, y esto se ve reflejado en la teoría de las capacidades de Martha Nussbaum, la cual establece "un fundamento para los principios constitucionales donde los ciudadanos usan el derecho para demandar a sus gobiernos políticas públicas que fortalezcan su dignidad". (Velez, 2015, p. 99)

Se debe diferenciar las métricas de pobreza y desigualdad, tal como indica Sen, la redistribución de la riqueza puede reducir la desigualdad, pero no garantiza la eliminación completa de la pobreza. De igual manera, una disminución de los ingresos podría conllevar a la exacerbación de problemáticas como hambrunas, privaciones, desempleo y analfabetismo, generando un aumento en la pobreza sin necesariamente incidir en la desigualdad (Sen, 1992). Y otra forma de privación es la creciente carencia de acceso a saneamiento y agua potable, siendo fundamentales para el desarrollo humano y la protección de la vida. (Glaas, 2012).

La conceptualización de la justicia social desde la dignidad humana refleja las diez áreas sugeridas por Nussbaum, definido de manera universal. Esta lista de capacidades funcionales humanas incluye la existencia, el bienestar físico, la integridad del cuerpo, la capacidad de visualizar y reflexionar, los sentimientos, el razonamiento práctico, la pertenencia, el trato con otras especies, la capacidad de juego y el dominio sobre el entorno personal.

La felicidad, entendida como un aspecto crucial de la libertad que nos permite valorar lo que buscamos, puede ser visualizada como un logro humano y un indicador valioso (The Idea of Justice, 2009, p. 276). Medir esta variable a través de actividades de ocio y experiencias subyacentes al comportamiento humano contribuyen al desarrollo humano.

En la literatura sobre la pobreza infantil, se encuentra una falta de visibilidad en la implementación de estrategias antipobreza. A menudo, estas medidas se centran en la generación de ingresos y no incorporan enfoques basados en derechos humanos. (Minujin, Delamonica, Davidziuk, & Gonzalez, 2006). Según el tratado sobre los derechos del niño de 1989, se establece que el derecho a la infancia debe garantizar el aprendizaje, el desarrollo de todo su potencial, la salud y el jugar. Sin embargo, hoy en día podemos ver que el enfoque que se le ha dado a esta problemática se ha orientado hacia el crecimiento económico impulsado por el comercio.

El Centro de Investigación y Políticas sobre la Pobreza Infantil (CHIP) conceptualiza la pobreza infantil a través de las carencias de niños que crecen sin acceso a diversos recursos cruciales para su bienestar y desarrollo pleno. Estos recursos abarcan aspectos económicos, sociales, culturales, ambientales y políticos (CHIP, 2004). Cabe aclarar que, estas carencias giran en torno al sustento adecuado, las oportunidades para la voz, las estructuras familiares y comunitarias, y las oportunidades para el desarrollo humano.

La Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA) se enfoca en los derechos humanos, considerando a los niños como individuos con derecho a su propio desarrollo y el de sus comunidades, así como a ser participantes activos (CIDA, 2005). Se destaca lo indispensable que es la salud, educación, participación en las decisiones que impactan sus vidas y la nutrición dentro del marco de los derechos humanos. De no garantizar vida y libertad, los niños sufrirán abuso y discriminación.

Según UNICEF, el entorno que habitan los niños es clave para el sano desarrollo físico, mental, emocional y espiritual, igualmente, la carencia de acceso a recursos de apoyos o servicios impide que se garantice el bienestar. (UNICEF, 2005b). En contraste con la pobreza en los adultos, las motivos y repercusiones de la pobreza en los niños podría tener un impacto permanente, e incluso la presencia de privaciones en etapas tempranas influye en el desarrollo y crecimiento a largo plazo. Por ende, hay que reconocer que la pobreza debe ser entendida desde un enfoque multidimensional e infantil, porque permite que mediante las medidas implementadas se obtengan mejores resultados a nivel de salud, empleo y educación.

La lucha contra la pobreza ha sido un tema central en el desarrollo humano, pero a menudo se subestima su concentración de manera desigual en diversos segmentos de la población con determinadas características:

*“... la carga de la pobreza es distribuida de manera desigual de acuerdo con los prejuicios de edad y género que impactan negativamente a mujeres y niños...” (Thomas & Boyden jo, 2003).*

Otra ventaja es que se contemplan otros aspectos como la edad, el entorno, la estructura del hogar, etc. Esto permite extraer ciertas características que no se aprecian en el enfoque netamente monetario.

Cabe aclarar que, la perspectiva de los derechos humanos tiene una lista distinta entre los países; no obstante, la Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos (ACNUDH) ha unificado una lista que es aplicada en la mayoría de los países (Minujin, Delamonica, Davidziuk, & González, 2006). Esta lista incluye la capacidad de evitar la morbilidad prevenible y la mortalidad prematura, la disponibilidad de una alimentación nutritiva, el aseguramiento de una educación básica y la seguridad. La falta de cumplimiento de alguno de estos derechos identificaría a niños en situación de pobreza multidimensional.

### ***5.1.2. Antecedentes***

Para que los derechos sean garantizados se debe proveer servicios sociales básicos y elementales para asegurar la supervivencia y el máximo desarrollo de las capacidades fundamentales (Vandemoortele, 2000). Una de las ventajas sobresalientes de este enfoque radica en la demanda de una inversión menor, lo que lo que se convierte en una contribución más eficiente y rentable para la eliminación de la pobreza, esto fomenta el mejoramiento de los servicios de saneamiento, lo que ocasiona que las enfermedades y la desnutrición disminuyan. En este ambiente propicio la cobertura de niños que tienen un desarrollo infantil óptimo es mayor.

Se exploraron artículos de investigación relacionados con la pobreza infantil y multidimensional, con la finalidad de obtener una visión integral de las investigaciones académicas que se han realizado en la última década., estos fueron extraídos de fuentes de información como

Science Direct, Springer, Oxford Academic, la biblioteca de la universidad industrial de Santander.

Hernández Jhon examinó la vulnerabilidad de la pobreza multidimensional mediante el empleo de modelos probit, logit, mínimos cuadrados generalizados y redes clasificadoras bayesianas. Sus conclusiones resaltan que estas metodologías se revelan como herramientas eficaces para evaluar la vulnerabilidad, señalando que la proporción de hogares vulnerables es mayor que la de hogares pobres o con carencias, siendo esta distinción dependiente de si el área es rural o urbana. (Hernández, 2020). En una propuesta diferente, Biggeri y Cuesta plantean un marco integrado para la construcción del índice de pobreza infantil multidimensional (MDCP), destacando el enfoque de la capacidad de Sen. Este enfoque permite transitar desde la pobreza multidimensional a nivel global, hacia la pobreza multidimensional en los niños. Su marco considera bienes, servicios, oportunidades y resultados, mediados por factores individuales, ambientales y sociales. Argumentan que este enfoque proporciona una comprensión trascendental de la pobreza infantil. (Biggeri & Antonio Cuesta, 2021)

En un contexto diferente, autores como Alkire analizan la incidencia de la pandemia en la pobreza multidimensional en 70 países, señalando un retroceso de 3,6 a 10 años en la disminución de la pobreza entre los niños. Además, resaltan la trascendencia de políticas adecuadas para mitigar el aumento de la pobreza. De manera análoga, Dhongde y Haveman analizan las tendencias temporales y espaciales de la pobreza multidimensional en Estados Unidos. Destacan que más del 25% de las personas con ingresos por encima del umbral de pobreza siguen siendo multidimensionalmente pobres, sugiriendo políticas enfocadas en vivienda, educación y acceso a la salud. (Dhongde & Haveman , 2022)

Un aporte adicional e igual de relevante es como la pobreza multidimensional afecta a la sociedad. En artículos como el de Ting Ge y Lin Wang en China y Shuko Musiwa en Zimbabwe,

se vincula negativamente la pobreza infantil multidimensional con el rendimiento académico, la calidad del agua, sistemas de salud y la congestión en los albergues. Cabe señalar que estos autores encontraron que para garantizar la disminución de la pobreza multidimensional en China en el periodo 2010 a 2018 fue clave invertir en la mejora de la educación, teniendo a su vez un impacto social positivo. (Musiwa, Wang, & Ge, 2019)

En esta línea de investigación, (Riberaa, et al., 2014) y colaboradores, así como (Esparza Olcina & Flores Villar, 2020), se adentran en las desigualdades sociales relacionadas con la salud infantil, resaltando la conexión entre mayores desventajas sociales y peores condiciones de salud a madres y niños, incluyendo la malnutrición y una mayor propensión a enfermedades. Asimismo, Guadix aborda el efecto de los aspectos socioeconómicos en la disponibilidad de métodos de reproducción asistida (TRA). Al analizar datos de RNA-RSEF e INE en España, identifican una relación inversa entre los desafíos económicos y la participación en TRA, especialmente en mujeres mayores de 40 años.

Otros ejemplos ilustrativos de cómo los factores socioeconómicos han impactado la pobreza se observan en el trabajo de Gracia, titulado "The precarisation of daily life in Spain," donde se revela que la crisis de 2008 afectó la calidad alimentaria en España, generando desórdenes alimenticios. Se destaca la dependencia de modelos asistenciales y el potencial de iniciativas participativas para redistribuir recursos alimentarios y abordar problemas sociales.

En el ámbito de la salud, la investigación "Comer, jugar y amar" de (López & Legüe, 2022) aborda la dinámica interactiva del sistema nervioso central (SNC) con el entorno desde la preconcepción hasta la muerte. Resalta la influencia negativa que la acumulación de pobreza, desnutrición, maltrato y estrés puede tener en el neurodesarrollo, afectando diversas habilidades como las motoras, cognitivas, lingüísticas, socioemocionales y físicas. Proponen un modelo de

intervención que considera la edad y las habilidades adaptativas, subrayando el cuidado, salud, nutrición y oportunidades desde los primeros momentos de la vida. Asimismo, en estudios como el llevado a cabo por Larrain, se examina la eficacia de la terapia familiar vincular y la psicomotricidad clínica en infantes que tienen trastorno por déficit de atención. Mediante modelos lineales mixtos y cuestionarios específicos, concluyen que la hiperactividad guarda una relación inversa con la capacidad de autorregulación después de las intervenciones, evidenciando el impacto positivo de las terapias clínicas en la disminución de la hiperactividad y el fortalecimiento de la autorregulación en infantes.

Finalmente, se han incorporado a la discusión investigaciones sobre la mortalidad infantil, abordando esta problemática desde el marco geoespacial y tendencias a lo largo del tiempo.

(Salcedo & Ortiz, 2018) llevaron a cabo un análisis geoespacial de la TMI en Colombia en 2016, resaltando las disparidades en la disponibilidad de acceso servicios médicos, alimentación y educación. Subrayan que la mayoría de los fallecimientos en niños menores de cinco años podrían prevenirse.

De manera similar (Rojas Botero, Fernandez Niño, Ruiz Gomez, & Molina Rivera, 2020) investigaron las disparidades regionales en la mortalidad prevenible de infantes de hasta cinco años en el país. Utilizando un enfoque multinivel, identificaron relaciones con el porcentaje de nacimientos en adolescentes, pobreza y analfabetismo femenino. En términos temporales, (Ruiz Santacruz & Durán Gil, 2013) realizaron un estudio de análisis geoespacial de la TMI en Colombia a lo largo del tiempo, resaltando la concentración de datos y la relevancia del territorio en las variables sociodemográficas. Por otro lado, (Mogollon Pastran & Garcia Ubaque, 2016) examinó las tendencias y determinantes de la TMI en los municipios colindantes del país, concluyendo que, aunque ha habido una reducción, persisten brechas evitables en la mortalidad infantil.

Ahora bien, cabe resaltar que los indicadores de pobreza mayormente implementados eran el enfoque de carencias básicas no cubiertas, el índice de capacidades y el de bienestar humano. Dentro de sus ventajas se encuentra que el primero refleja el porcentaje de deficiencias en la salud, alimentación adecuada, capacidad reproductiva, condiciones seguras, alfabetización y adquisición de conocimientos (PNUD, 1996, *p. 126*). En términos generales, estas dimensiones permiten la creación de indicadores, como la proporción de niños menores de cinco años que nacen con un peso inferior al normal, la proporción de partos no asistidos por personal capacitado, y el porcentaje de mujeres de quince o más años que no saben leer ni escribir. Además, este enfoque usa ponderaciones equitativas y realiza un cálculo con la sumatoria de los porcentajes de cada una de las tres variables del IPC, para de esta manera, obtener un cálculo del promedio de la pobreza de capacidades en cada nación (PNUD, 1996, *p. 127*).

De igual manera el segundo indicador, buscaba comparar internacionalmente la pobreza e incorporar el contexto de cada país en su medición, ya que las condiciones varían dependiendo del ambiente socioeconómico. Este índice se subdivide en: IPH-2 para países que hacen parte de la OCDE y IPH-1 para países en desarrollo (PNUD, 1997). Cabe aclarar que se abarca tres componentes fundamentales como la esperanza de vida, nivel educativo y el bienestar general. El tercer indicador es una herramienta de identificación de personas pobres que utiliza datos de encuestas de población y vivienda e información desagregada.

Cabe aclarar que las necesidades son: estado de la vivienda, acceso a servicios básicos, asistencia educativa para los niños y la probabilidad de que los ingresos familiares sean insuficientes. (Carlos Feres & Mancero, 2001). Sin embargo, en esta investigación los indicadores de pobreza que serán profundizados en el siguiente capítulo son: el índice de pobreza multidimensional (IPM) y el Índice de pobreza multidimensional Infantil (IPM-N).

El IPM es una medida que implementan 109 economías o países en desarrollo incluido Colombia. Al utilizar datos de encuestas de hogares, se puede determinar la cantidad de privaciones que sufre una familia y a partir de un factor de expansión calcular mediciones a nivel de hogares en un país. (PNUD, 2010, p. 241). Dentro de las características del indicador se cuenta con diez indicadores con igual ponderación, incidencia por intensidad y el criterio de decisión se basa en si un hogar está por debajo del umbral (3 de 10 indicadores ponderados) es considerado multidimensionalmente pobre. (PNUD, 2010).

Dentro de sus ventajas se encuentra abordar la agregación de dimensiones monetarias y no monetarias, además, establece umbrales para dimensiones que son empleadas en otras dimensiones de pobreza. (CEPAL, 2014, p. 73). Sus cinco dimensiones son los servicios esenciales, educación, nivel de vida, vivienda y empleo.

El segundo indicador es utilizado para evaluar la pobreza infantil en un área determinada, considerando aspectos más allá de los ingresos, como la salud, el acceso a la educación y el bienestar general de los niños. Dentro de sus principales beneficios se encuentra que, brinda a los formuladores de políticas una visión más integral de las necesidades de los niños, permitiéndoles diseñar estrategias más eficaces para promover su bienestar y crecimiento.

Ahora bien, se realizó un análisis bibliográfico de la pobreza infantil en la plataforma web of Science (WOS), con el fin de determinar aquellas instituciones que han aportado una mayor cantidad de artículos relacionados al presente tema de investigación. Esto a su vez, resalta la idea de que en Santander son muy pocas las investigaciones que se han realizado sobre esta problemática, a nivel local, la universidad industrial de Santander cuenta con cinco publicaciones publicadas en los años 2012, 2013, 2015, 2019 y 2022.



Figura 1. Instituciones por país en América Latina (Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Perú, Ecuador, Uruguay y Venezuela) con publicaciones relacionadas a la pobreza infantil. (2001-2023). Elaboración propia.

La figura previa muestra las 25 universidades con la mayor cantidad de publicaciones sobre la pobreza infantil, en donde los ANDES y la UNAL son las únicas instituciones a nivel nacional que han logrado ubicarse en este grupo destacado.

### 5.1.2.1. Indicadores y metodologías: primer acercamiento.

En esta sección se realizó una revisión exhaustiva de la literatura académica, con el fin de encontrar aquellos conceptos asociados a la pobreza infantil, esto nos permitió, desde en un análisis descriptivo, determinar los conceptos, determinantes teóricos, indicadores y metodologías que pueden llegar a tener un mayor impacto en esta problemática.

En el siguiente gráfico se realizó en base a la base de datos de web of Science Core Collection, y su elaboración fue hecha en VOSviewer, gracias a la facilidad de su interfaz al momento de realizar el gráfico de redes neuronales. Por otra parte, los conceptos con mayor relación a la pobreza infantil fueron: la niñez, adolescencia, prevalencia, familia, ambiente, urbanización, determinantes, estado socioeconómico, crecimiento, obesidad, enfermedad, nutrición, equidad, políticas públicas, etc.

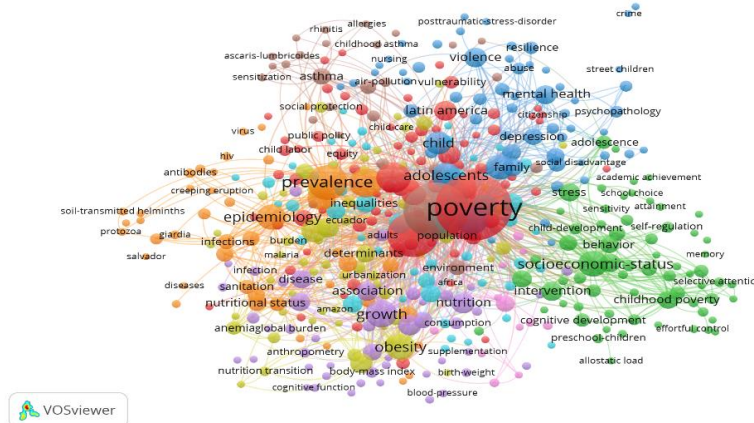


Figura 2. Visualización redes neuronales de la pobreza infantil. Elaboración propia.

También se analizaron más de quince (15) investigaciones con metodologías e indicadores relacionados al cálculo y entendimiento de la pobreza y mortalidad infantil. Revisar el **Apéndice B**. Principales artículos investigados.

Dentro de los indicadores investigados, se encuentran: el Índice de pobreza multidimensional infantil IPM-N, tasa de mortalidad infantil, acceso a atención medica materna, índice de desarrollo infantil, índice de Gini, desempleo, brecha de desarrollo regional, acceso a la seguridad social, mortalidad materna, desnutrición infantil, vacunación completa, excelencia en la atención prenatal, disponibilidad de TIC, disponibilidad de crédito y servicios financieros, índice de desarrollo de género, disponibilidad de atención medica posnatal, fertilidad adolescente, pureza de agua y saneamiento, bajo peso al nacer, edad materna, fecundidad, jefatura femenina, educación adquirida, condiciones de vida, ingreso per cápita percibido, ruralidad, atención en SGSSS, hogares con privación por empleo informal, atención al parto, tipo de parto, clima, discriminación étnica y racial, acceso a energía, participación en programas de asistencia social, acceso a planificación familiar, disponibilidad de atención de salud mental, capacidad de recuperación en la comunidad, garantía de suficiencia alimentaria y disponibilidad de transporte,

acceso a tecnologías agrícolas, prevención de enfermedades infecciosas, acceso a espacios recreativos, acceso a atención odontológica, ocio, etc.

Y en cuanto a las metodologías que se han implementado en la literatura e investigaciones previas, se encontraron: regresiones logísticas (Logit) y multinivel, ecuaciones estructurales, mínimo cuadrado ordinarios (MCO), regresión simple, método indirecto brass, método retrospectivo de Somoa – Rutstein, probabilístico univariado, probit bivariado, análisis multivariado, modelos de regresión polinomial local, regresión ponderada geográficamente, modelamiento espacial, heterogeneidad y dependencia o autocorrelación espacial local y global, AEDE, Clúster y algoritmos bayesianos, matrices de contigüidad espacial, modelos autorregresivos (AR), Modelos condicionales o simultáneos autorregresivos (CAR o SAR), modelos lineales generalizados, modelos usuales de sobre dispersión generalizada o auto covariantes, estimación bayesiana, etc. A continuación, se profundizará en los indicadores y metodologías escogidos para el análisis espacial sobre mortalidad y pobreza infantil.

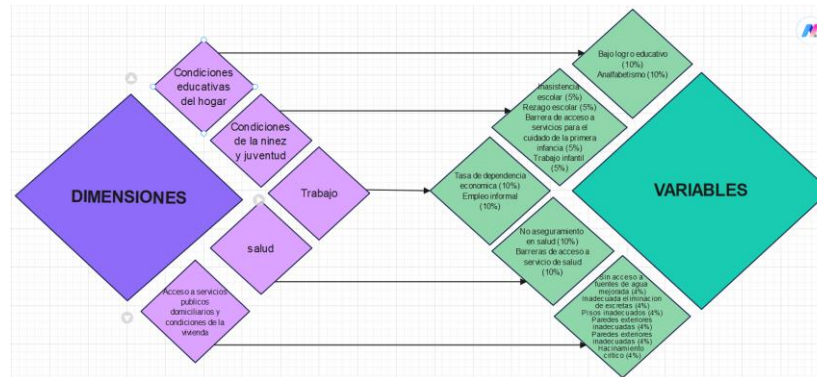
- **Indicadores de pobreza infantil.**

En esta investigación el enfoque que se le ha dado a los indicadores es de carácter multidimensional, es decir, no se explica la pobreza a partir de una línea monetaria o un enfoque netamente económico, sino a partir de múltiples dimensiones que explican las capacidades y limitantes que le impiden a los niños el sano desarrollo físico, mental, social y emocional.

- ✓ Índice de pobreza multidimensional (IPM):

Es una métrica compuesta que facilita una visión holística de la pobreza y permite identificar áreas específicas en las que las personas sufren privaciones. Este indicador fue una iniciativa del DNP en base al método propuesto por Alkire y Foster, y cuenta con quince variables y cinco dimensiones, como se puede ver a continuación:

**Figura 3.**  
*Variables y Dimensiones del IPM.*



*Nota.* El gráfico representa las variables y dimensiones del IPM. Elaboración propia. Información extraída del DNP, DDS y SPSCV. 2011.

Dentro de las características de este indicador se encontró que tiene una estructura de ponderación anidada, es decir, las dimensiones tienen un peso equivalente ( $33\%$ ,  $5/15 = k$ ), y en cada dimensión, cada variable tiene un peso igual. Por otra parte, esta metodología tiene un enfoque de identificación: punto de corte dual, y agregación: indicadores FGT, que serán explicadas a continuación:

Para identificar a las personas que son pobres, existen tres métodos: unidimensional, unión e intersección. El primero, combina los resultados o logros de las dimensiones en una medida de bienestar, empleando un umbral agregado para detectar a aquellas personas que están en condición de pobreza, cabe aclarar que, este método genera pérdida de información en las carencias o privaciones. El segundo enfoque es el de unión, este método nos permite considerar a una persona pobre multidimensionalmente si sufre privación como mínimo en una dimensión, el problema radica en que se puede identificar a una persona pobre multidimensionalmente cuando no lo es, debido a que la privación se puede deber a múltiples causas como la elección, un ejemplo es el de elegir vivir en una casa construida con materiales simples, a pesar de contar con agua, educación, empleo, salud, etc. El tercer y último enfoque es el de intersección, este indica que una persona se

considera multidimensionalmente pobre cuando experimenta carencias en todas las dimensiones del índice, el limitante radica en el sesgo que se genera al solo incluir una determinada parte de la población encuestada.

Por esta razón, el DNP ha optado por la técnica de identificación denominado enfoque de punto de corte dual. Esta establece un umbral que determina la cantidad de privaciones necesarias para considerar a un individuo pobre multidimensionalmente y resulta útil cuando se manejan varias dimensiones. Por ende, una persona o un hogar es pobre si experimenta carencias en como mínimo  $k$  dimensiones.

Por otra parte, el método de agregación propuesto por Alkire Foster cuenta con los siguientes indicadores:

La tasa de recuento ( $H$ ), se obtiene dividiendo la cantidad de individuos que tienen vulnerabilidades en  $k$  dimensiones ( $q$ ) y población total ( $n$ ). El índice permanece constante, aunque un hogar pobre experimente una nueva carencia. Otra tasa de este método de agregación es la intensidad ( $MO$ ), para su cálculo se debe multiplicar  $H$  y la media de proporción de las privaciones en hogares pobres ( $A$ ). Por ende, si un hogar presenta privaciones,  $A$  y  $MO$  se incrementan, cabe aclarar que estas dos variables no tienen información de profundidad de las privaciones. El tercer indicador es la brecha ajustada ( $M1$ ) que se obtiene al multiplicar  $H$  con ( $A$ ) y la profundidad ( $G$ ), siendo esta última una medida que indica qué tan distantes están los hogares multidimensionalmente pobres de superar la pobreza. Este indicador hace referencia a que si un hogar pobre desmejora en una dimensión que esta privada, ocasionara que  $M1$  aumente.

Ahora bien, los indicadores de la *Figura 3* se componen así:

En la primera dimensión se encuentra la educación del hogar, esta evalúa la formación académica alcanzado por individuos que tienen más de quince años que lo conforman. Se considera

que hay privación si la media de años de educación es inferior a nueve años. Cabe aclarar que, si en el hogar no hay persona de quince años o más en el hogar, se considera como privado. El otro indicador que hace parte de esta dimensión es el analfabetismo, en donde se determina que el hogar está en situación de privación si los individuos con más de quince años no saben leer y escribir.

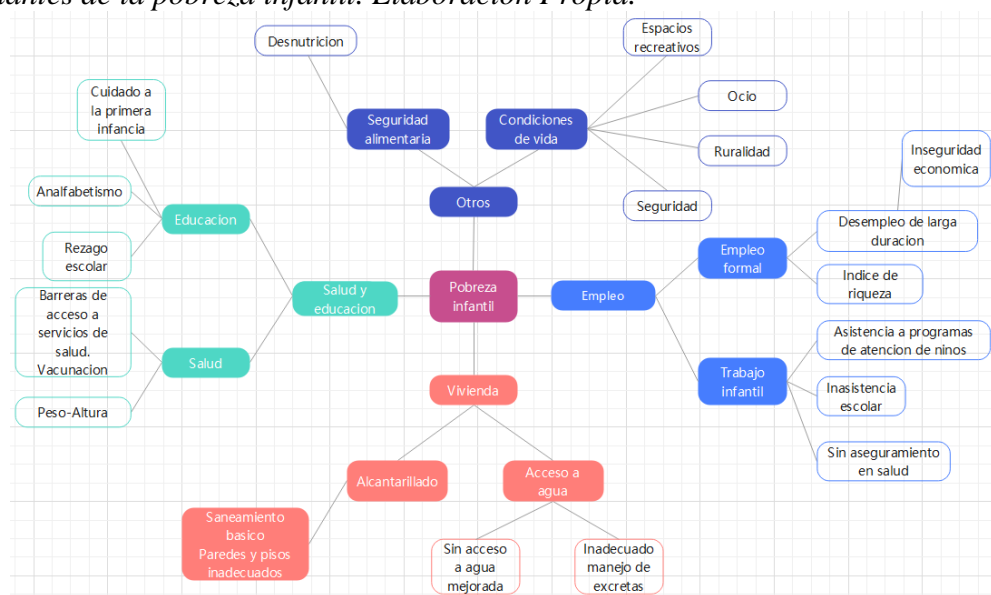
La segunda dimensión aborda las circunstancias de la infancia y juventud. Los indicadores que lo componen son el retardo educativo, la falta de asistencia escolar, las limitaciones para la disponibilidad de servicios para la atención infantil temprana y el empleo infantil. En la tercera dimensión que es la de trabajo se encuentra el indicador de desempleo prolongado, este indica que, si hay alguien en el hogar que está económicamente activo, pero lleva un largo periodo sin trabajo, el hogar se considera afectado por esta condición. La cuarta área de evaluación se refiere a la salud e incluye indicadores como la ampliación de la atención médica y la atención en servicios médicos cuando se requieren. Por otra parte, la quinta dimensión el acceso a servicios esenciales en el hogar y al estado del hogar, esta incluye indicadores como la disponibilidad de servicios básicos, eliminación inadecuada de desechos, material inadecuado de suelos en el hogar y el material ineducado de paredes externas.

Ahora bien, el IPM-N es otro indicador que estudia la pobreza multidimensional, pero en este caso está enfocado en las necesidades y privaciones específicas que enfrentan los niños en las diferentes etapas de su desarrollo, permitiendo adaptar las intervenciones estatales hacia las vulnerabilidades particulares en cada etapa de la infancia. Este indicador no se calculó debido a la disponibilidad de información y la dificultad de medir y relacionar las privaciones con un fundamento teórico en esta metodología específica, pero si se eligieron algunos gradientes sociales que hacen parte del cálculo de este indicador. Por esta razón, se explicará a continuación la definición y composición de este indicador junto a sus dimensiones:

✓ Índice de pobreza multidimensional Infantil (IPM-N):

A diferencia del IPM esta medida incorpora dimensiones y variables que tengan como unidad de análisis al niño. Se pueden definir como un concepto social que incluye requisitos fundamentales para el desarrollo del niño. Como se puede visualizar en la Figura 4 se puede construir este indicador con dimensiones y variables que ya eran parte del IPM, y a su vez incorporar nuevos indicadores que reflejen las privaciones que tienen los niños.<sup>3</sup> A continuación, se muestra un esquema conceptual que ejemplifica indicadores que se integran en el (IPM-N):

**Figura 4.**  
*Determinantes de la pobreza infantil. Elaboración Propia.*



*Nota.* El gráfico representa los determinantes sociales que suelen estar relacionadas con la pobreza infantil. Elaboración propia.

Múltiples artículos han incorporado este enfoque de pobreza multidimensional infantil, algunos de ellos son: *Incidencia de la pobreza en Colombia: Un estudio centrado en los municipios del andén pacífico.*, aborda indicadores de pobreza multidimensional, ingresos totales, inversión

<sup>3</sup> Revisar anexos: Ilustración 5. Indicadores sobre la mortalidad y pobreza infantil en la literatura académica., para profundizar en el cálculo de los indicadores que se pueden incorporar en el IPM-N.

pública en educación, transparencia y salud. Otra investigación como el de *Pobreza multidimensional infantil en Colombia: ¿es necesario un instrumento de focalización específica para la niñez?* (Carrero Latorre A. , 2020), incorpora indicadores como el vínculo familiar con el jefe del hogar, discapacidad, cantidad de miembros, puntaje Sisbén, bienes del hogar, municipio, zona, región, etc.<sup>4</sup>

Artículos como el de *Análisis de la situación de la pobreza infantil en Colombia* (García Jaramillo, Ritterbusch, Martín, Bautista Hernández, & Mosquera González, 2013), incorporan 9 dimensiones con 20 indicadores. A parte de considerar algunos indicadores del IPM que son fundamentales para el análisis de IPM-N, el DNP y CEPAL-UNICEF incluyen indicadores de desnutrición crónica, inseguridad alimentaria, inseguridad económica en el hogar, violencia en el ambiente y el acceso a recursos informativos o de conocimiento.

Ahora bien, como ejemplo de construcción del IPM-N se va a tomar como referencia el índice elaborado en la investigación *Análisis de la pobreza multidimensional en niños, niñas y adolescentes en Colombia: metodología y principales resultados.*, el cual fue construido a partir de la encuesta de calidad de vida “ENCV” del DANE. (Ritterbusch, Garcia, Martin, & Mosquera Fernandez, 2014). Los autores implementaron el IPM-N en niños, niñas y adolescentes, para incluir aquella población joven que es indispensable para el progreso social y económico de una nación. Para la realización del indicador se basaron en el método Alkire y Foster, la cual como se habían mencionado previamente, cuenta con una etapa de identificación y otra de agregación. Para la etapa de identificación tuvieron que definir la unidad de estudio, las variables y dimensiones del

---

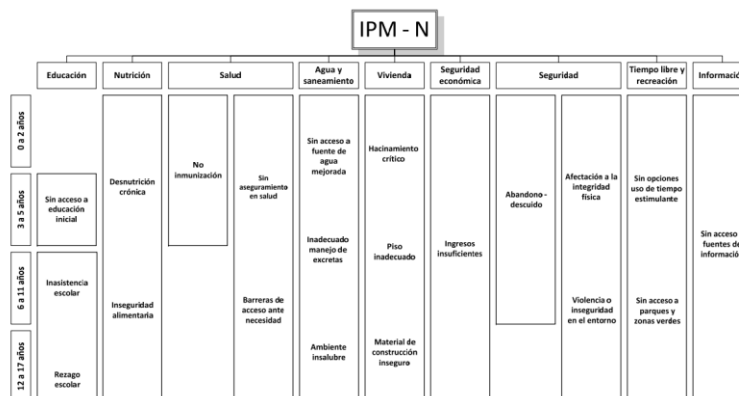
<sup>4</sup> Para la revisión de las fuentes de bases de datos con las que se pueden realizar los indicadores previamente mencionados, revisar los anexos: Ilustración 5. Indicadores sobre la mortalidad y pobreza infantil en la literatura académica., para profundizar en el cálculo de los indicadores que se pueden incorporar en el IPM-N.

indicador, la definición de privación en cada variable y los pesos.

La unidad de análisis de análisis definida por los autores fue la de niño, niña y adolescente, para de esta manera resaltar sus características propias y centrarse en las necesidades específicas de cada infante dentro del hogar. Según Cepal y Unicef (2012) las necesidades de los adultos pueden sobreponerse en ciertos aspectos ante las condiciones y experiencias de los NNA. Los autores tomaron como base los indicadores de la pobreza multidimensional sugeridas por el DNP, posteriormente, incorporaron dimensiones obtenidas del trabajo de campo cualitativo que realizaron y lo complementaron con indicadores sugeridos por expertos en la academia, cabe aclarar que todas estas dimensiones tenían como eje fundamental explicar el fomento del potencial de los niños.

Las dimensiones escogidas para conformar el indicador fueron nutrición, educación, salud, agua potable y drenaje, alojamiento, estabilidad financiera, seguridad, ocio e información. En donde hay dimensiones que han sido incorporadas en índices como el de *Bristol University* y *London School of economics*, entidades como la CEPAL y UNICEF, e investigadores como Sabina Alkire, José Roche, Angulo, etc.

**Figura 5.**  
*Variables y dimensiones del IPM-N, según rango de edad.*



*Nota.* Dimensiones IPM-N. Tomado de (Ritterbusch, Garcia, Martin, & Mosquera Fernandez, 2014). Elaboración propia.

Como se puede ver en el diagrama anterior, los investigadores incluyeron 21 variables dentro del indicador, adicionando a su vez los respectivos rangos de edad que abarcan cada una. Para las dimensiones de educación, salud y seguridad, no se cuenta con cierta información para el cálculo de las privaciones en determinados grupos de edades.

Los autores decidieron que, para los niños menores de dos años, cada dimensión representaba el 12.5%, mientras que, para otros grupos de edad, cada dimensión tenía un peso de 11.1%. La ponderación de cada variable lo estimaron con la siguiente formula:

$$w_{ije} = \frac{1}{j_e} * \frac{1}{i_{je}} * d \quad (1)$$

*Nota:*

- $w_{ije}$ : Peso asignado al determinante  $i$ .
- $j_e$ : Dimensiones con edad  $e$ .
- $i_{je}$ : Variables en la dimensión  $j$ .

Este método de ponderación fue escogido porque conserva el enfoque de los derechos al no ponderar los derechos o capacidades de manera diferente y este método fue implementado en el IPM colombiano, los cual avala la decisión tomada por los investigadores. En cuanto a la elección del valor  $k$  los investigadores adoptaron la propuesta de Angulo en el IPM; observar el promedio de las vulnerabilidades que experimentan los hogares pobres.

Finalmente, para la construcción del IPM-N utilizaron la Encuesta (ENCV), por la información disponible para las variables escogidas y al ser una encuesta anual se puede hacer un seguimiento periódicamente a través del tiempo. Las únicas variables que los autores no pudieron calcular fueron el estado nutricional e inmunización por limitación en la información, por ende, estimaron modelos predictivos en la Encuesta (ENDS).

- **Indicadores de mortalidad infantil.**

La Mortalidad Infantil (MI) “refleja el estado de bienestar y progreso de una nación”.<sup>5</sup> (Sánchez Céspedes, Amaya Cruz, & Oviedo Mozo, 2021)., es decir, el enfoque no es dado únicamente desde el ámbito de la salud sino también desde una perspectiva económica y social. Para entender cuales gradientes sociales pueden incidir en el aumento de la (MI) se ha diseñado un mapa conceptual en base a lo propuesto por la investigadora Jaramillo Mejía (2016).

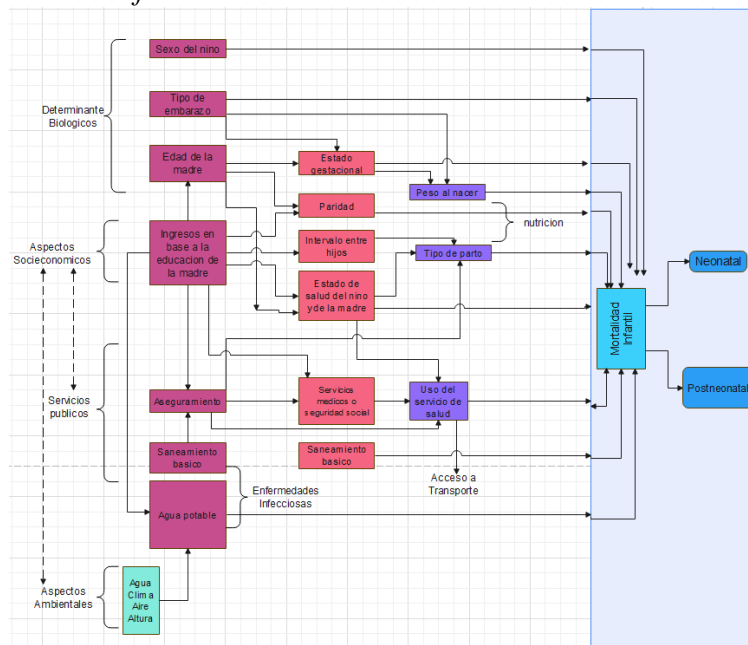
En la *Figura 6*, se resalta cuatro aspectos que inciden en la salud de los niños, estos son determinantes biológicos, socioeconómicos, servicios públicos y ambientales. El primer indicador reúne las características fisiológicas tanto de los niños como de las madres, el segundo, son los ingresos que recibe la madre en base a la educación que ha recibido, el tercero se reúne en base al aseguramiento, saneamiento básico y agua potable, y finalmente, el cuarto son aquellas externalidades ambientales como el agua, clima, aire y altura. Estos factores previamente mencionados se relacionan con aquellos problemas como el estado gestacional de la madre, la paridad, el intervalo entre hijos, la condición de salud del niño y de la madre, los servicios médicos o de seguridad social y el saneamiento básico. La medición de esta problemática puede realizarse a través de índices como el IMC y tipo de parto, estos finalmente, son los que permiten ver como estas problemáticas influyen en que la TMI se incremente.

Algunos de los gradientes sociales seleccionados para explicar la TMI en este trabajo fueron adoptados de este esquema. Los indicadores fueron la edad, educación, aseguramiento, saneamiento básico, agua potable, estado gestacional, seguridad social.

---

<sup>5</sup> La mortalidad infantil suele entenderse como un fenómeno a tratar desde el área de salud pública, sin embargo, a lo largo de los años se le ha vinculado con gradientes sociales que tienen un alto impacto al ciclo de vida del niño.

Figura 6.  
*Determinantes mortalidad infantil.*



Nota. Determinantes mortalidad infantil. Tomado de Jaramillo Mejía Marta Cecilia. (2016). Elaboración propia.

Por otra parte, la TMI refleja la condición de salud del niño en un determinado territorio junto a las causas de mortalidad que se puedan presentar en la población que lo habita, ya que es un indicador demográfico. Esto es fundamental para la presente investigación ya que se ha decidido escoger como unidad geográfica el municipio, tanto para la mortalidad infantil como para sus gradientes sociales. En cuanto a la medición se puede usar como indicador la tasa de mortalidad que se da antes de cumplir un año, la que ocurre dentro del primer mes de vida (día de nacimiento hasta el día 28) o la mortalidad que se origina entre el momento de cumplir los 28 días de nacimiento y antes del año.

La relación entre estas tasas es directa e inversamente proporcional, ya que, si se compara la TMI con las muertes neonatas, se obtiene que a una menor tasa de la primera se obtiene una mayor cantidad de muertes de la segunda.

A continuación, se presentan los tres tipos de tasas de MI:

En la tasa de mortalidad neonatal se puede calcular la posibilidad de que un bebe fallezca dentro de las primeras 4 semanas, esto nos permite capturar eventos críticos para tomar medidas frente a la alimentación, problemas patológicos u otras enfermedades causadas por el parto o la gestación, pero ante la rapidez de estos cambios puede llegar a omitirse otros factores que afecten al neonato.

$$Tasa\ de\ mortalidad\ neonatal = \frac{\# Defunciones\ entre\ 0\ y\ 28\ dias\ de\ edad}{\#ninos\ nacidos\ en\ un\ ano} \times 1000 \quad (2)$$

La tasa de mortalidad post neonatal permite ver la probabilidad de que un niño fallezca entre los 29 días de nacido y los 11 meses de edad, una característica particular de esta tasa es que está vinculado a causas o factores exógenos, es decir, se debe fundamentalmente al entorno social y la negligencia.

$$Tasa\ de\ mortalidad\ postneonatal = \frac{\#Defunciones\ entre\ 29\ dias\ y\ 11\ meses}{\#ninos\ nacidos\ en\ un\ ano} \times 1000 \quad (3)$$

Se ha optado por escoger esta tasa para la mortalidad infantil ya que, al permitirnos medir la cantidad de niños que mueren antes del primer año de edad, se puede estudiar las tasa mortalidad en el periodo que más se presentan muertes endógenas en los niños, de igual manera, se cumple con la meta número 4 de los ODS: “Eliminar la mortalidad infantil con menos de cinco años”, cabe aclarar, que este compromiso fue realizado para reducir la pobreza, las enfermedades y la hambruna en el periodo 1990 – 2015, sin embargo, aún tiene una gran relevancia para el cumplimiento de los ODS.

$$TMI = \frac{\# Ninos\ fallecidos\ con\ menos\ de\ un\ ano}{\#ninos\ nacidos\ en\ un\ ano} \times 1000 \quad (4)$$

Las bases de datos que se pueden usar para la construcción de este indicador son la de

registros de nacidos vivos (EEVV) a partir de métodos directos de estimación, o las estimaciones demográficas de población en Colombia (métodos indirectos de estimación).

- **Metodologías de pobreza infantil**

Dentro de las metodologías que hay en el campo de la pobreza infantil se ha optado por explicar los modelos de regresión logística, sistema de ecuaciones estructurales, los modelo probit univariado y los modelos probit bivariados, a partir de su implementación en tres artículos de investigación relacionados con la pobreza infantil.

La primera metodología que se reviso fue el uso de un análisis de regresión logística utilizando datos de un solo periodo, ya que permite la utilización de variables como el gasto estatal en salud, educación, ingresos municipales, relacionados con la presencia de la pobreza en los municipios de la región del pacifico. La investigación se titula: “*incidencia de la pobreza en Colombia, un análisis para los municipios del andén pacifico.*” (Delgado Penagos, 2014)

De forma funcional:

$$Y_i = \Lambda (X_i \beta) + u_i (5)$$

De forma compacta:

$$Y_i = \frac{1}{1+e^{-X_i \beta}} + \mu_i = \frac{e^{X_i \beta}}{1+e^{X_i \beta}} + \mu_i (6)$$

Estos efectos marginales nos permiten entender la magnitud del impacto de cada una de las variables sobre la variable dependiente y muestran cómo cambia la probabilidad de la dependiente cuando una variable explicativa aumenta en uno.

El primer modelo Logit empírico que utilizaron tenía 1080 observaciones y las variables explicativas fueron los ingresos, salud y educación. El segundo modelo Logit, que tuvo 249 observaciones, incluyó como variables explicativas las mismas variables y el indicador de

transparencia. Cabe destacar que no se disponía de datos para todos los municipios.

El modelo que distingue entre un municipio con alta posibilidad de encontrarse en situación de pobreza y uno con baja, es:

$$p(\text{incidenciapm})=1+e^{-(\beta_1-\beta_2*(\log\text{ineduca3})-\beta_3*(\log\text{insalud})-\beta_4*(\log\text{ingmunicipal}))}+\mu_i \quad (7)$$

$$p(\text{incidenciapm})=1+e^{-(\beta_1-\beta_2*(\log\text{ineduca3})-\beta_3*(\log\text{insalud})-\beta_4*(\log\text{ingmunicipal})-\beta_5*(\text{ltransparencia}))}+\mu_i \quad (8)$$

Esto les permitió descubrir que, en términos de gasto público, municipios como El Carmen de Darién, San José del Palmar, Bahía Solano, El Carmen, El Litoral de San Juan y otros tengan una mayor probabilidad de estar privados. Concluyen que necesitan una mayor inversión en educación y salud para reducir el riesgo de vulnerabilidad en todos los municipios.

Una segunda investigación investigada a detalle fue la de sistema de ecuaciones estructurales, en el artículo: “*Género y grupo étnico: Condicionantes de la pobreza infantil en Colombia.*” (Laverde, Gomez, & Sellamen, 2020). Esta buscaba entender los gradientes de la pobreza en infantes` y determinar la existencia de posibles diferencias por género o grupo étnico en Colombia.

Para esto elaboraron un indicador sintético a partir de un sistema de ecuaciones estructurales, asegurando ponderaciones endógenas que condicionen a la pobreza infantil. Los autores utilizaron la encuesta nacional de calidad de vida (ECV) del DANE, para la construcción de los siguientes indicadores: Rezago escolar, Inasistencia escolar, acceso a servicios de atención médica, desempleo de larga duración, empleo formal, falta de saneamiento, suelos y paredes inapropiadas, y, sobrepoblación dentro de los hogares.

La estrategia de estimación que utilizaron fue la de ecuaciones estructurales para analizar la interacción de variables latentes “no observables” con observables (modelo externo) e interrelacionarlas en el sistema de ecuaciones del modelo interno. El modelo escogido por los

autores fue el PLS-PM por los atributos de las variables, a pesar de que el más común fuera SEM.

Las variables latentes que representan las privaciones en los niños son Pobreza infantil ( $\eta$ ), recursos para los niños (£1), calidad de la vivienda (£2), bienestar físico (£3) y oportunidades laborales (£4). Y dos adicionales: logros educativos y el ingreso.

Para obtener la anterior ecuación los autores tuvieron que alternar los modelos con regresiones de mínimo cuadrados ordinarios, para de esta manera aplicar el *Re-muestreo sin reemplazo* y evaluar las variaciones en la pobreza según etnia y sexo, mediante una prueba de permutación. Posteriormente, desagregaron los datos y aplicaron el modelo PLS-PM, en donde los coeficientes fueron calculados con permutaciones. Finalmente, descubrieron que los factores más influyentes en la pobreza infantil son la educación y las condiciones laborales, igualmente, estos factores impactan más en los grupos étnicos que en las disparidades de género.

La tercera metodología estudiada fue: “*Pobreza multidimensional infantil en Colombia: ¿es necesario un instrumento de focalización específico para la niñez?*” (Carrero Latorre, 2020). El propósito era establecer si el Sisbén identificaba a los NNA que eran pobres multidimensionalmente, es decir, estaban por debajo del corte establecido por el programa de familias en acción. Para lograr esto, compararon las dos medidas multidimensionales a partir de un modelo probit univariado y un modelo probit bivariado.

El primero determinaba si la puntuación de Sisbén explicaba la probabilidad de que los niños, niñas y adolescentes fueran pobres multidimensionalmente, bajo el control de las características individuales, geográficas y del hogar, y el segundo, estimaba el identificarse como pobre para ninguna una, dos o ninguna medida. Los autores utilizaron una base de datos del Sisbén VIII., y el índice IPM-I lo conformaron por cuatro dimensiones (educación, ambientes saludables, vivienda y ambientes protectores) y ocho indicadores (asistencia, aseguramiento, acceso a fuentes

mejoras de agua, materiales de construcción, hacinamiento crítico, trabajo infantil y bienes).

Finalmente concluyeron que cuando se controla la puntuación del Sisbén, hay factores como el parentesco con el cabeza de familia que influye en la posibilidad de que un niño, niña y adolescente sea pobre multidimensionalmente.

Cabe aclarar que se exploraron veinte (15) metodologías dentro de las cuales se exploraron tres (3) investigaciones con temática de pobreza infantil, y se van a explorar en el siguiente capítulo cinco (5) con enfoque de mortalidad infantil. Por ende, si se desea profundizar en el análisis de estas metodologías que se han realizado en la literatura académica. Ver:

#### **Apéndice B.** Principales artículos investigados.

- **Metodologías de mortalidad infantil**

Dentro de las metodologías que se revisaron se decidió profundizar en cuatro (4) de ellas con el fin de abordar aquellas que se relacionan con la mortalidad infantil.

La primera metodología es de tipo ecológico con datos transversales en los municipios fronterizos de Colombia y fue utilizada en una investigación titulada “*Mortalidad infantil: causas y determinantes sociales en municipios fronterizos de Colombia. Estudio ecológico de análisis y tendencia.*” (Mogollon Pastran, 2016). La cual tenía como propósito describir los factores que inciden en la mortalidad infantil, así como examinar el papel de los gradientes sociales en los municipios con fronteras (2005 - 2011). Inicialmente los autores un análisis de clúster como técnica exploratoria descriptiva con algoritmos de jerárquicos. Una vez identificado los clústeres los autores implementaron un análisis descriptivo al clúster, explorando la clasificación de causas para la mortalidad infantil. Posteriormente, construyeron modelos de análisis mediante modelos de regresión para los determinantes estructurales, intermedios e intermedios.

En conclusión, encontraron que ha disminuido la TMI gracias al uso de políticas que han

contribuido a garantizar la calidad de vida. Además, encontraron la disparidad en la TMI entre municipios y departamentos, revelando también que hay mayor presencia de mortalidad infantil en estos municipios fronterizos, por etnia, raza, educación, dependencia infantil, ruralidad, jefatura femenina, vacunación, controles prenatales y bajo peso al nacer y calidad de agua.

La segunda metodología consiste en el análisis de la asociación espacial, esta es utilizada en la investigación titulada “*Análisis geo demográfico de la mortalidad infantil en la región Caribe colombiana 2016.*” (Avila Buelvas, 2020). El propósito de la investigación era ver la agrupación espacial de la TMI en menores de un año en el caribe– EEVV, DANE 2016, e hicieron una comparación con los determinantes de la MI. Dentro de las técnicas espaciales se encuentran:

Índice de Moran:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (9)$$

$Y_i$ : Variable de estudio en la región i-esima.

$\bar{Y}$ : Variable de interés medio.

$W_{ij}$ : Matriz de pesos espaciales, definida como:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Si el area } i \text{ y el area } j \text{ son adyacentes } \neq i \neq j \\ 0 & \text{En caso contrario} \end{cases} \quad (10)$$

Dentro de los métodos que utilizaron esta la autocorrelación espacial indica el grado de autocorrelación espacial con sus vecinos cercanos. De igual manera, implementaron un análisis de patrones aleatorio para la identificación de autocorrelación espacial que tiene la TMI municipalmente con respecto a sus alrededores. Para finalmente encontrar que hay una agrupación de valores altos y bajos de TMI en el caribe y poca capacidad hospitalaria.

La tercera metodología es el análisis de datos espaciales (EAEDE) que incluye el análisis

de varianza espacial, gráficos de rezago espacial, cartografía y mapas lisa. Estas fueron implementadas en la obra titulada “*Pobreza, capacidades y mortalidad infantil en Colombia: una aproximación espacial desde el enfoque de las capacidades a las inequidades en salud en la infancia.*” (Villegas Giraldo, 2019). La cual, estudia la agrupación espacial de la TMI desde la perspectiva de las privaciones y la teoría de capitales.

El Índice local representa la autocorrelación espacial que hay de una variable con ella misma en cada una de sus observaciones frente a sus vecinos:

$$I = (y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n W_{ij}(y_j - \bar{y}) \quad (11)$$

Por otra parte, para la medición de la proporción de estas desigualdades en salud implementaron un indicador llamado RAP que para la TMI es definido como la brecha entre la TMI municipal y nacional con mayor bienestar económico. Y otro indicador que es la razón de tasas (RT) y la diferencia (DT). Como conclusión encontraron que hay clústeres de alta y baja mortalidad infantil que están relacionados con la presencia de pobreza multidimensional en Colombia.

La cuarta metodología son estudios retrospectivos con análisis de tendencia y estadísticos descriptivos univariado. Esta fue utilizada en la investigación titulada “*Situación de la mortalidad infantil en Colombia*”. (Jaramillo Mejia, 2016). El propósito consistía en examinar los factores que inciden en la mortalidad infantil, considerando el posible impacto del SGSSS y la accesibilidad a un centro médico, así como diferencias entre regiones y las condiciones socioeconómicas del infante. Esto les brinda la oportunidad de observar las tendencias en la TMI, cabe aclarar que la relación fue exponencial y anual

También utilizaron análisis univariado con relaciones no lineales que en vez de tener una

relación exponencial era cuadrática o cubica. Luego los autores utilizaron las relaciones estructurales para examinar como las variables se relacionaban entre sí, para estimar los coeficientes de las ecuaciones utilizaron MCO en tres etapas para identificar variaciones. De igual manera, implementaron regresiones múltiples para relacionar las variables independientes con las múltiples:

Finalmente, implementaron estudio de Odds que mediante regresiones logísticas buscaba evaluar la posibilidad de que un evento suceda en relación de algunas covariables (k), estas pueden ser dicotómicas, ordinales, continuas o nominales.

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha - \beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \dots - \beta_K X_k)} \quad (12)$$

Con estas metodologías encontraron que en Colombia existen disparidades regionales en la mortalidad infantil, influenciadas por factores como la educación, calidad de servicios materno y atención de parto. Por otra parte, identificaron las causas evitables de mortalidad infantil al poco tiempo de nacer, para de esta manera redireccionar las políticas públicas para el momento pre y post parto.

En la sección de apéndices podrán encontrar más metodologías que se investigaron, como la estimación de la TMI a partir de métodos indirectos Brass y Somoza-Rustein, análisis multinivel de las causas de riesgo relacionadas a la TMI, modelado espacial en el periodo postnatal, la mortalidad por desnutrición infantil en menores de cinco años, análisis multitemporal de la TMI, etc. Ver el:

**Apéndice C.** Gradientes socioeconómicos.

## **6. Capítulo III: Marco metodológico.**

Las propensiones de mortalidad infantil ofrecen información sobre el bienestar de los niños, la calidad de las comunidades y hogares, el progreso en el cumplimiento de los ODS y el impacto económico y social en una sociedad. Además, permite entender las disparidades de la TMI entre regiones, tendencias o patrones de mortalidad infantil en diferentes localidades, grupos étnicos, condiciones socioeconómicas, etc.

A continuación, se presenta el diseño metodológico y los materiales seleccionados para la investigación. Se incluye información sobre el área de estudio y su ubicación geográfica, así como los indicadores o determinantes sociales considerados. Además, se detalla la base de datos utilizada y los métodos empleados para la recolección de datos, incluyendo técnicas de AEDE y modelado geoespacial. Luego, se aborda el análisis de tendencia, la visualización de distribuciones espaciales, mapas de calor y asociación espacial. Finalmente, se introduce el siguiente capítulo en el que se discutirá los modelos de regresión espacial univariado y multivariado.

### **6.1. Caracterización de Santander: Aspectos Geográficos, Económicos y Sociales**

Santander, un departamento colombiano de gran relevancia geográfica, económica y social, presenta una dinámica multifacética que merece ser analizada y comprendida en detalle. En este contexto, es esencial destacar algunos aspectos clave que delinean su perfil y contribuyen a su desarrollo a lo largo de los años.

En el ámbito económico, Santander se posiciona como una de las regiones más dinámicas y productivas del país. Según datos del DANE, del 2005 al 2022, el departamento mantuvo un promedio sólido de PIB per cápita, alcanzando los 22.275.551 pesos y ocupando el cuarto lugar a nivel nacional. La industria y la manufactura emergen como los motores principales de su economía, generando un valor agregado significativo de 16.953 miles de millones de pesos en

2022. Asimismo, el ámbito del comercio mayorista y minorista, junto con la hospedería, la movilidad y catering, juegan un papel destacado, representando el 5% de la participación nacional en este sector.

En el ámbito social, sin embargo, surgen desafíos que requieren atención y acción inmediata. Aunque ha habido mejoras en ciertos indicadores, como la disminución del 23% de la mortalidad por malnutrición en niños menores de cinco años hasta el año 2020, así como un incremento en la muerte por enfermedades respiratorias agudas en 2022, según cifras del DANE.

Ante este panorama, resulta imperativo profundizar en el análisis de los aspectos geográficos, económicos y sociales que caracterizan a Santander. En este capítulo, se indaga en estos elementos fundamentales, explorando su influencia en el desarrollo y bienestar de la región, formulando estrategias destinadas a abordar los desafíos y potenciar las oportunidades que presenta el territorio colombiano.

En la elección del departamento de Santander como área de estudio, se ha considerado la escasez de investigaciones centradas en la mortalidad infantil en Santander. Esta decisión surge de la necesidad de llenar este vacío de conocimiento y proporcionar información relevante para investigaciones futuras y la toma de decisiones en pro de los santandereanos.

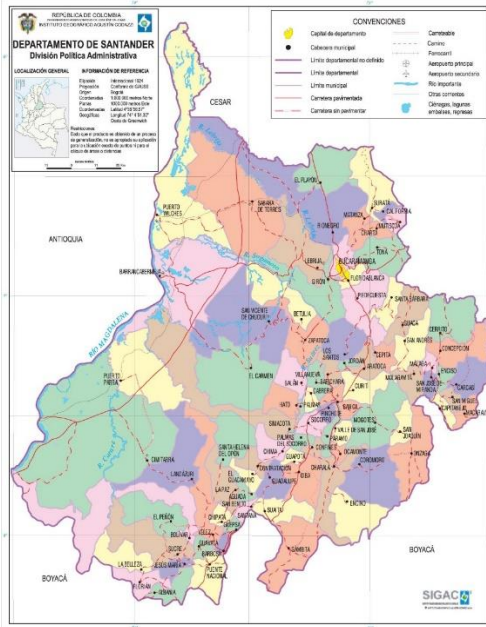
Santander, con sus 86 municipios, un distrito especial (Barrancabermeja), 2 corregimientos y 477 inspecciones de policía, constituye un entorno diverso y complejo. Estos municipios están organizados en siete provincias: García-Rovira, Metropolitana, Guanentá, Yarigués, Soto y Comunera. Desde una perspectiva geográfica, Santander colinda al norte con los departamentos de Cesar y Norte de Santander, al oeste con el río Magdalena y, al sur y este con Boyacá.

Para comprender mejor la geografía y la distribución territorial de Santander, se presenta a continuación un mapa detallado de la región. Este mapa incluye las cabeceras municipales, los

ríos, las ciénagas, los límites departamentales, las carreteras principales y los aeropuertos, proporcionando una visión panorámica de la configuración geográfica de la zona.

**Figura 7.**

*Mapa Geográfico del Departamento de Santander: Cabeceras Municipales, Ríos y Carreteras.*



Nota. Mapa político Administrativo de los municipios en Santander. Fuente: Sigac

**6.2. Selección de variables y bases de Datos.**

La variable dependiente es la (TMI) en niños con menos de un año, esta tasa ajustada es una estimación compuesta que explica la mortalidad infantil, cabe aclarar que los datos que se utilizaron para visualizar la TMI se extrajeron de las estadísticas vitales del DANE (DANE, 2012). Este índice muestra el estado de salud y desarrollo, evidenciando la prioridad de los gobiernos. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016). También se utilizaron los datos de terridata para el análisis estadístico de la TMI ya que tenían técnicas de interpolación de datos para imputar aquellos datos con problemas de subregistro.

Las variables independientes y gradientes sociales se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 1.**

*Determinantes de la mortalidad infantil.*

Indicador	Numerador	Denominador	Interpretación
Log Ingreso Relativo	Ingreso total del municipio	Salario mínimo por Año	Cantidad de veces que el ingreso total del municipio equivale al salario mínimo anual– Términos reales.
Log producción per cápita	Producción Agrícola a nivel municipal	Proyección de población a nivel municipal	Suficiente capacidad para alimentar a la población local - ton
IPM	IPM de fuente censal 2018 – municipal		Grado de privaciones que experimenta una población en estas áreas
BSCPI_TOT	IPM de fuente censal 2018 – municipal		Proporción de niños con menos de cinco años en el hogar con acceso a salud, nutrición y educación.
BASS	IPM de fuente censal 2018 – municipal		Proporción de personas del hogar que acceden a servicios de salud ante una necesidad sentida.
SAFAM	IPM de fuente censal 2018 – municipal		Probabilidad de enfrentar condiciones insalubres y riesgos para la salud debido a la falta de acceso a fuentes de agua mejoradas.
Afiliados al SGSSS	Afiliados al SGSSS de los nacidos vivos	Nacidos vivos totales	Probabilidad de recibir atención médica adecuada y oportuna a través del SGSSS
Bajo Peso al Nacer	Nacidos vivos que reportaron un peso inferior a 2500 gramos	Nacidos vivos totales	Probabilidad de que un bebé nazca con un peso inferior al considerado normal para su edad gestacional.
Educación Madre	Madres que reportan tener un nivel educativo inferior a secundaria completa.	Nacidos vivos totales	% de madres que reportan tener un nivel educativo inferior a secundaria completa.
Edad de La Madre	Nacidos vivos de madres en grupos de riesgo: menores de 19 años y mayores de 39	Nacidos vivos totales	% de Hijo nacidos vivos (HNV) de madres en grupos de riesgo: menores de 19 años y mayores de 39
Controles Prenatales	Controles prenatales	Nacidos vivos totales	% de nacidos vivos cuyas madres tuvieron menos de 4 controles prenatales

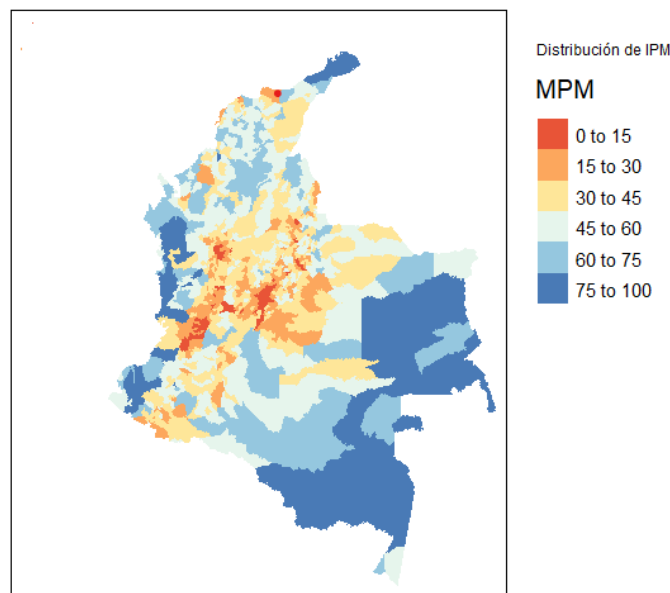
*Nota.* Dimensiones y gradientes sociales seleccionadas para analizar la relación geoespacial que tienen con la (TMI).

Los determinantes se clasificaron en tres grupos: sociales, económicos y el biológico.

Dentro de los gradientes económicos se calcularon los indicadores: ingreso relativo y el logaritmo de la tasa de producción agrícola per cápita. El ingreso relativo es una medida que proporciona una idea de la capacidad económica relativa de los municipios en comparación con el salario mínimo anual. La base de datos de la cual se procesó la información fue la dirección de descentralización y fortalecimiento fiscal del DNP. Ahora bien, la tasa de producción per cápita se extrae de la base histórica de las evaluaciones agropecuarias municipales (EVA) del ministerio de agricultura y desarrollo rural, dentro de sus ventajas este indicador es fundamental porque refleja la cantidad de alimentos producidos por persona en una determinada área. Un aumento en esta tasa puede mejorar la disponibilidad de alimentos, fomentando la disponibilidad de alimentos, el desarrollo económico y estándar de vida de la población. Se decidió transformar la tasa de producción per cápita tomando el logaritmo de esta misma, para reducir el rango amplio de producción que hay entre los municipios y estabilizar la varianza, facilitando la comprensión de los datos.

Para el cálculo de los gradientes socioeconómicos se escoge el IPM, el cual es un indicador de pobreza que permite realizar comparaciones entre los municipios. La base de datos seleccionada son los microdatos de la medida de IPM municipal de fuente censal 2018. Se conservan las 5 dimensionales y 15 privaciones adaptadas de la metodología Alkire Foster para identificar desigualdades socioeconómicas que pueden influir en la TMI, también, se adapta el método de identificación de punto de corte dual, junto a la tasa de recuento, intensidad y profundidad. Esto ayuda a priorizar intervenciones y políticas dirigidas a grupos vulnerables.

**Figura 8.**  
*Multidimensional Poverty Measure in Colombia.*



*Nota.* Distribución del IPM en los municipios de Colombia, fuente censal DANE.

En la ilustración se puede observar aquellos municipios con más privaciones asociadas a la pobreza multidimensional, estos son aquellos que se están ubicados en las periferias, es decir, en el sur, este y oeste del país, de igual manera en el norte del país, el departamento de la guajira también presenta altas privaciones. Mientras que departamentos centro como Santander, presentan menores cifras de privación.

Las barreras de acceso a servicios de cuidado de la primera infancia, de acceso a servicios de salud y no tener acceso a fuentes de agua mejorada también fueron tomados de los microdatos del IPM municipal de fuente censal 2018. Estos se escogieron porque limitan el acceso de los niños a servicios esenciales de atención y desarrollo temprano, afectando el pronóstico de infantes en situaciones de enfermedad o lesión., influyendo en su bienestar, y dificultando la atención médica preventiva y de emergencia. Además, puede aumentar las infecciones transmitidas por el agua, repercutiendo negativamente en la salud de los niños.

En cuanto a los gradientes biológicos de salud que se utilizaron fueron: la afiliación al sistema general de seguridad social (SGSSS), bajo peso al nacer, edad de la madre y los controles prenatales. Para todas las variables se utilizó los datos de EEVV para realizar el conteo de cada variable y después dividirlos en el número de nacidos vivos. Dentro de sus ventajas, hay una relación directa entre la salud materna y la del bebé durante su lapso de vida. El SGSSS puede influir en la atención médica prenatal y neonatal, mientras que el bajo peso al nacer es clave en la salud del recién nacido y su riesgo de complicaciones y mortalidad. La edad materna y los controles prenatales son claves en la medida que la salud de la madre durante el embarazo puede afectar la salud y el desarrollo del bebé. Finalmente, las bases de datos se consolidaron en una sola, con el software Rstudio, con el fin de tener los once gradientes de la MI georreferenciados para los 86 municipios de Santander y su distrito especial en los periodos (2010-2021). Las fórmulas de los doce indicadores se pueden observar en el:

Apéndice C.

### **6.3. Metodologías seleccionadas**

A continuación, se explicará el uso de matrices de pesos espaciales, contigüidades, índice global de Moran, LISA, modelos SAR, SEM y SDM, simulaciones de monte Carlo.

#### **7.3.1. Matrices de pesos espaciales**

Se usó para operacionalizar la relación espacial entre los municipios que tienen contigüidad o cercanía. Esta matriz codifica la proximidad espacial entre los municipios mediante la asignación de pesos a las relaciones vecinales.

Se puede expresar de la siguiente forma:

$$w = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Cada municipio de la matriz de conectividad se define de la siguiente manera:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } j \in N(i) \\ 0, & \text{en el otro caso} \end{cases} \quad (14)$$

$N(i)$ : Conjunto de vecinos de la localización  $i$

Los pesos espaciales  $W_{ij}$  no son cero cuando  $j$  e  $i$  son vecinos y es cero cuando no lo son. Es decir, una unidad espacial no puede ser vecino de sí misma, en esa situación serian ceros y en otros casos toma otro valor.

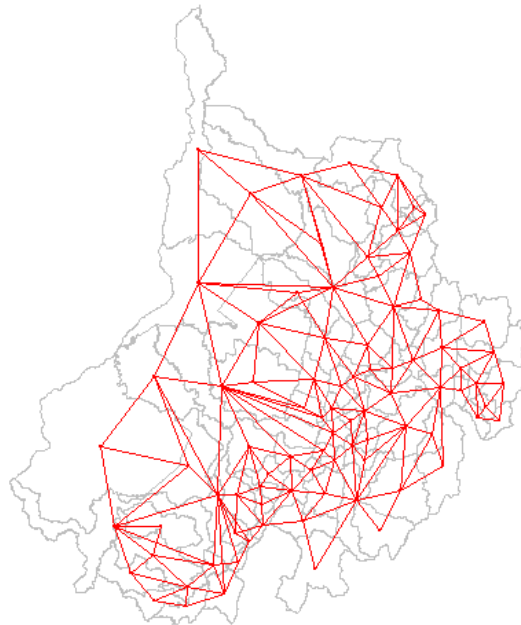
Para la construcción de esta matriz primero se extrajo las coordenadas geográficas de los centroides de cada municipio, lo que proporciono la base para calcular las distancias entre ellas. Luego, se estableció las relaciones de vecindad entre los municipios mediante la vecindad de tipo reina, que define las como vecinas de una observación  $i$  a las observaciones que comparten algún lado o vértice con  $i$ . Una vez se definió la vecindad, se asignó pesos a las relaciones entre las unidades vecinas. Estos pesos eran binarios (indicando si dos unidades son vecinas o no).

Posteriormente, se establecieron los límites espaciales del gráfico en el que se visualizarán los resultados, asegurando que todas las unidades y relaciones relevantes estén dentro del área de interés. Se extrajo las coordenadas  $x$  e  $y$  de los centroides de las unidades geográficas, lo que permitió trazarlas en el gráfico. Luego, se trazan los límites de los municipios en el gráfico, proporcionando una representación visual de su distribución espacial, añadiendo los centroides de las unidades geográficas al gráfico, lo que facilita la identificación y visualización de cada unidad.

Finalmente, se trazan líneas que conectan los centroides de municipios vecinos, ayudando a visualizar las asociaciones espaciales y el entendimiento de la matriz de pesos espaciales.

**Figura 9.**

*Mapa de ponderaciones espaciales con relación entre los centros de los municipios vecinos.*



*Nota.* Visualización de la matriz espacial de tipo reina en los municipios de Santander.

### 6.3.2. Índice global de Moran

Este indicador se implementó para evaluar la autocorrelación espacial<sup>6</sup> en los municipios, es decir, se refiere a la tendencia de valores similares o diferentes de la TMI a estar agrupados en el espacio. Para esto se determinó si los municipios en ubicaciones cercanas entre sí son similares (autocorrelación positiva<sup>7</sup>), diferentes (autocorrelación negativa<sup>8</sup>) o no están relacionadas (autocorrelación espacial cercana a cero<sup>9</sup>).

Ahora bien, con la matriz creada se calcula el indicador que define la cercanía que hay entre municipios, gracias a la matriz de proximidad espacial de tipo Queen.

---

<sup>6</sup> Este supuesto postula que no existe ninguna relación o influencia espacial entre las observaciones. Cuando se viola este supuesto y hay presencia de autocorrelación espacial, significa que las observaciones en lugares cercanos tienen cierta dependencia o relación entre sí.

<sup>7</sup> Puede indicar presencia de patrones espaciales, clúster o agrupaciones de valores bajos o altos.

<sup>8</sup> Presencia de patrones espaciales diferentes, alternancia entre valores altos y bajos en el espacio.

Este se compone de la siguiente forma:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{w \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (15)$$

N: Unidades espaciales.

W: Sumatoria de pesos de todos los pares de unidades espaciales.

$w_{ij}$  es el peso entre las unidades i y j.

$x_i$  y  $x_j$ : Variable en i y j.

$\bar{x}$ : Variable promedio en todas las unidades espaciales.

Esta medida ayuda a comprender la estructura espacial y facilita el análisis espacial.

### 6.3.3. Indicador local de asociación espacial (LISA).

Por otra parte, se propone indicadores locales de asociación espacial para detectar la “contribución de cada municipio a el indicador de dependencia espacial global” (Anselin, Florax & Rey, 2013). Dentro de sus ventajas permitió detectar la asociación espacial local, en otras palabras, la aparición de áreas geográficas donde los valores de la TMI estaban significativamente asociados con los valores de la TMI en sus vecindades.

Esto se logró mediante la comparación de la sumatoria de las multiplicaciones de las diferencias entre los valores observados y su promedio con el cuadrado de la suma de las desviaciones de los valores respecto a su media, esto se representa de la siguiente forma:

$$I_i = \frac{n (x_i - \bar{x})(\sum_{j=1}^n w_{ij})(x_j - \bar{x})}{w \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2} \quad (16)$$

$I_i$  es el valor del LISA para la observación i.

n Observaciones totales.

w sumatoria de pesos espaciales.

$X_i$  valor en la observación i.

$\bar{X}$  Variable promedio en todas las observaciones.

$W_{ij}$  peso espacial entre las observaciones  $i$  y  $j$ .

$X_j$  valor de la variable en la observación  $j$

Para visualizar los resultados se implementó un diagrama de dispersión espacial de Moran, en donde cada punto representaba un municipio y su asociación espacial con municipios vecinos. Esto permitió identificar clústeres espaciales de valores altos-altos (AA), bajos-bajos (BB), altos-bajos (AB) o bajos-altos (BA), lo que indica si hay áreas geográficas con características similares o contrastantes.

Dentro de sus diferencias con el índice de moran global, LISA evalúa la autocorrelación y asociación espacial para cada municipio y utiliza patrones de agrupación espacial a nivel local, lo que permite identificar ubicaciones específicas con asociaciones espaciales significativas.

#### **6.3.4. Modelo SEM**

Uno de los tres modelos que se utilizó fue el modelo de ecuaciones estructurales (SEM), el cual relaciona las variables latentes y observadas. Las primeras son aquellas que se pueden medir directamente, mientras que las segundas son constructos teóricos que no se pueden medir directamente.

Para el análisis SEM se utilizó técnicas de estimación, como el de máxima verosimilitud, para evaluar la compatibilidad de los datos con el modelo.

La siguiente fórmula representa la interacción de las variables observadas ( $Y$ ) y las latentes ( $\xi$ ) a través de la matriz de cargas factoriales ( $\Lambda$ ). Los términos de error ( $\delta$ ) representan el error aleatorio asociado con las mediciones de las variables observadas. La construcción de este modelo se motiva por el sesgo de las variables omitidas:

$$TMI = X \beta + z \theta \quad x, z \sim N(0, I_n) \quad (17)$$

$$y = X \beta + (I_n - \lambda W)^{-1} u \quad (18)$$

Si  $z$  es no observado, el vector  $z \theta$  lo considera dentro del término del error:

TMI: vector de variables observadas

$\lambda W$ : matriz de cargas factoriales

$I_n$ : vector de variables latentes

$u$ : vector de términos de error

Se analizó el parámetro  $\lambda$ , su significancia y la significancia de las variables latentes para verificar la presencia de autocorrelación espacial, junto a su relación con la observada (TMI).

### 6.3.5. Modelo SAR

El segundo modelo es el de auto regresión espacial (SAR), el cual se modela a través de la inclusión de términos de auto regresión espacial en el modelo y son utilizados para analizar datos espaciales que exhiben dependencia espacial.

El parámetro de auto regresión espacial se expresa de la siguiente forma:

$$\hat{p} = ((Wy)'(Wy))^{-1}(Wy)'y = p + ((Wy)'(Wy))^{-1}(Wy)'\varepsilon \quad (19)$$

$\hat{p}$ : estimación de  $p$ .

$W$ : Matriz de pesos espaciales.

$Y$ : vector de la variable dependiente.

La fórmula general de un Modelo SAR con rezago espacial puede expresarse como:

$$TMI = \rho WY + \beta X + X_n \dots + \varepsilon \quad (20)$$

TMI: vector de variables dependientes observadas.

$\rho$ : parámetro de auto regresión espacial.

$X$ : Matriz de variables independientes observadas.

$\beta$ : Vector de coeficientes asociados a las variables independientes.

E: Término de error aleatorio

En la formula anterior la TMI se modelo como una función lineal de los determinantes y una función de autocorrelación espacial que reúne la influencia de los datos vecinos El parámetro  $\rho$  determina la fuerza y la dirección de la autocorrelación espacial en los datos.

Dentro de sus ventajas los modelos SAR permiten especificaciones SAR lag, SAR error y SAR mixto, lo que da mayor flexibilidad para adaptarse a diferentes estructuras de datos y patrones de autocorrelación espacial, siendo a su vez mas intuitiva la interpretación de los parámetros.

Ahora bien, el efecto equilibrio permite calcular el impacto indirecto de  $x_i$  sobre  $y_i$  a partir de la influencia que  $y_i$  ejerce sobre sus vecinos  $y_j$  y que regresa a  $y_i$ :

$$E[\Delta y] = (I_n - \rho W)^{-1} \Delta X \quad (21)$$

$\Delta X$  es la matriz de cambios de las covariables y  $\Delta y$  es el cambio asociado en la variable dependiente.

### 6.3.6. Modelo SDM

El tercer modelo utilizado es el modelo de dependencia espacial (SDM), el cual también sirve para analizar los datos espaciales y capturar la dependencia espacial. Dentro de sus ventajas pueden incluir covariables adicionales para controlar factores de confusión y mejorar la precisión.

La fórmula general de un Modelo SDM puede expresarse como:

$$TMI = \rho W y + \alpha n + X \beta + W X \theta + X n \dots + \epsilon \quad (22)$$

TMI: variable dependiente

$\Lambda$ : matriz de variables independientes.

$\beta$ : coeficientes asociados a las variables independientes.

W: Matriz de pesos espaciales que describe la relación espacial entre las observaciones.

$\rho$ : Coeficientes de autocorrelación espacial que indican la fuerza de la dependencia espacial.

$X_n$ : Variables independientes

E: Error aleatorio.

Esta fórmula modela la interacción entre la variable dependiente e independientes teniendo en cuenta la asociación espacial representada por la matriz espacial  $w$ . El parámetro  $\rho$  determina la fuerza y la dirección de la autocorrelación espacial en los datos.

En términos generales, el modelo SEM analiza relaciones causales entre variables observadas y no observadas, además, no se enfoca específicamente en la dependencia espacial entre las observaciones. Por otra parte, el modelo espacial de Durbin también analiza las relaciones causales entre variables, pero también indica si la autocorrelación espacial es positiva (Observaciones similares se agrupan) o negativa (Observaciones similares dispersas en el espacio). Finalmente, el modelo SAR se centra en capturar la dependencia espacial entre las observaciones utilizando una estructura autorregresiva para modelar como las observaciones están influenciadas por los vecinos y no necesariamente por relaciones causales.

$$\text{SAR: } Y_o \rightarrow Y \text{ "Relación directa"} \quad (23)$$

$$\text{SEM: } Y \rightarrow E \text{ "Exógena"} \quad (24)$$

$$\text{SDM: } X, Y \text{ "Espacial y Directa"} \quad (25)$$

En cuanto a los softwares utilizados se utilizó Stata para el procesamiento de los datos, Rstudio para el análisis econométrico y cartográfico. Por otra parte, para el (AEDE), diseño de mapas de calor, autocorrelación espacial o índice de moran, índice de moran local (LISA), clúster, se utilizó Qgis y Rstudio por ser de software libre y SIG. Finalmente, Power bi para la visualización interactiva de resultados y comparación de indicadores en un tablero de control. Cabe aclarar que

las capas municipales de los mapas fueron tomadas del geo portal del DANE en formato Shape “.shp” al ser compatibles con QGIS.

### **6.3.7. Simulaciones de Monte Carlo**

Esta herramienta se utilizó para comprender sistemas complejos a partir de la generación de muestras aleatorias (99 permutaciones) de un modelo estadístico, según la distribución conocida o estimada.

La simulación de Monte Carlo se utilizó para generar una distribución de valores esperados del Índice de Moran bajo la hipótesis nula de patrones espaciales aleatorios. Se hizo permutando 99 veces aleatoriamente la TMI entre los municipios y calculando el índice de Moran para cada una. Al repetir este proceso, se obtiene una distribución de valores simulados del Índice de Moran. Si este índice observado cae dentro de la distribución de valores simulados, significa que no hay evidencia estadística para afirmar que la distribución espacial de la variable es diferente de lo que se esperaría por azar

En el contexto de la (TMI), la simulación de Monte Carlo se usó para evaluar si los patrones espaciales observados en la TMI son significativos o podrían haber ocurrido simplemente debido a la aleatoriedad espacial. Se calculó este indicador para la TMI en diferentes regiones y se utilizó la simulación de Monte Carlo para determinar si estos índices son estadísticamente significativos, lo que sugiere la presencia de agrupaciones espaciales de TMI.

## 7. Capítulo IV: Resultados y discusión

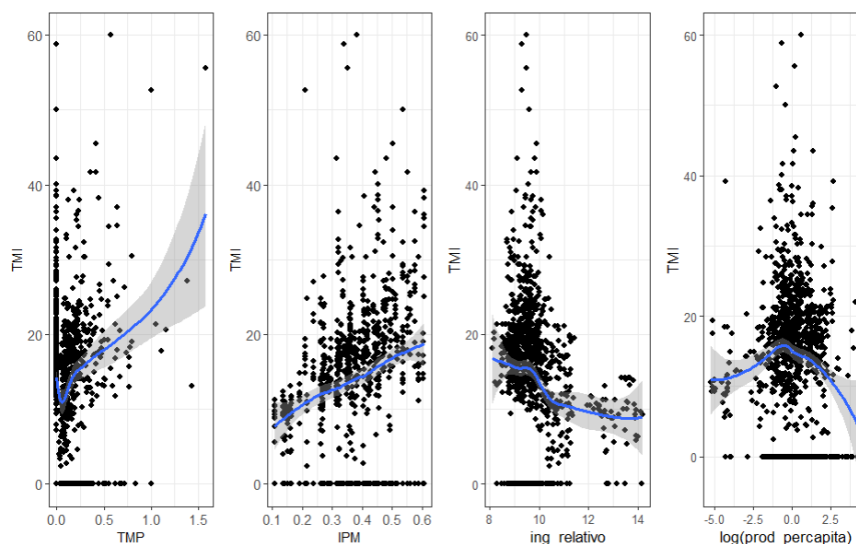
### 7.1. Análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE)

Ahora bien, se hará un análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) para ver la relación que hay entre los datos georreferenciados (Acevedo Bohórquez & Velásquez Ceballos, 2008; García De la Rosa, 2011), de esta manera se evita ignorar la dependencia o heterogeneidad espacial. (Anselin, 1992).

En la siguiente imagen se visualizará las relaciones suavizadas de los gradientes socioeconómicos con la variable dependiente TMI:

**Figura 10.**

*Gradientes socioeconómicos: IPM, Ingreso Relativo y Producción per cápita.*



*Nota.* Visualización de la relación que tienen los gradientes socioeconómicos con la TMI, estos serán los indicadores que serán utilizados en el modelo multivariante.

En el primer cuadrante se observa la relación entre la TMI y la tasa de mortalidad perinatal (TMP). Cabe aclarar que la TMP no es un indicador socioeconómico y no será utilizado en el modelo multivariante, pero se decidió graficar para demostrar que al ambos utilizarse para evaluar

la salud y el bienestar de la población, presentan una relación directamente proporcional.<sup>10</sup>

En el segundo cuadrante se observa que la relación entre el IPM y la TMI es directa. Esto se puede deber a que el IPM refleja las condiciones socioeconómicas que influyen en la salud de la población y en la TMI. Algunas situaciones en las que se puede apreciar esto, son el acceso limitado a servicios de salud prenatal, perinatal y neonatal tardía, acceso a vacunación o atención pediátrica, falta de acceso a agua potable y saneamiento básico, etc. Por otra parte, el ingreso relativo y la producción per cápita presentan una relación inversa con la TMI<sup>11</sup>. El ingreso relativo al ser un indicador que compara los ingresos de una población en relación con el salario mínimo, este puede reflejar niveles de pobreza y desigualdad económica. Una explicación de esto puede ser que las comunidades con mayor nivel de pobreza económica son más propensas a muertes infantiles.

Análogamente, la producción per cápita refleja la cantidad de alimentos agropecuarios por persona en una comunidad, lo que tiene un impacto directo en la nutrición y el acceso a alimentos saludables. Cuando la producción agropecuaria per cápita es alta se tiene mejor disponibilidad de alimentos nutritivos, lo que puede contribuir a mejor salud infantil. Y en caso contrario, podría indicar inseguridad alimentaria, deficiencias nutricionales o escasez de alimentos.

Ahora se visualizará la relación entre otros determinantes socioeconómicos y la TMI, estos son: las barreras de acceso a servicio de salud (BASS) y los hogares sin acceso a fuente de agua mejorada (SAFAM).

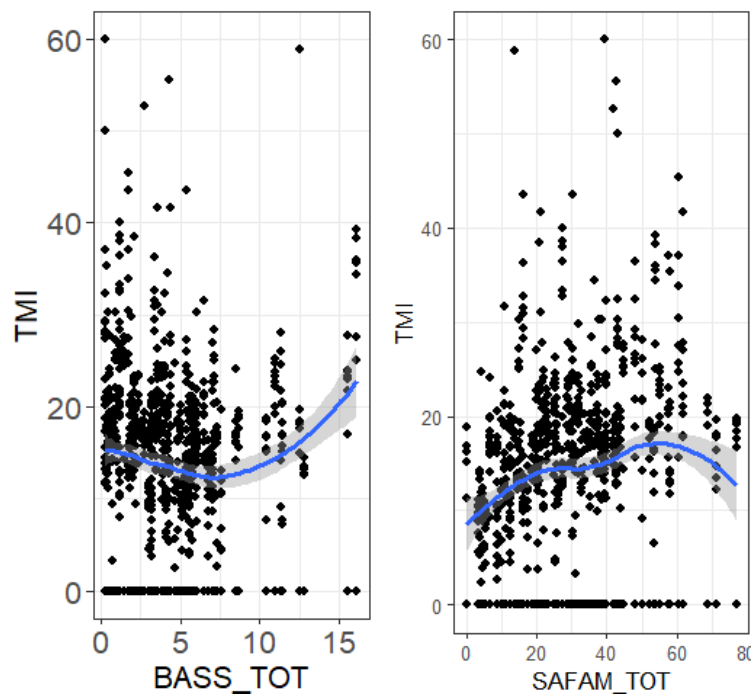
---

<sup>10</sup> A mayor tasa de mortalidad perinatal también hay mayor tasa de mortalidad infantil.

<sup>11</sup> A mayor ingreso relativo menor TMI, e igualmente, a mayor producción per cápita menor TMI.

**Figura 11.**

*Otros gradientes sociales: BSCPI, BASS, SAFAM.*



*Nota.* Visualización de la relación que tienen otros gradientes socioeconómicos con la TMI, estos no serán los indicadores que serán utilizados en el modelo multivariante.

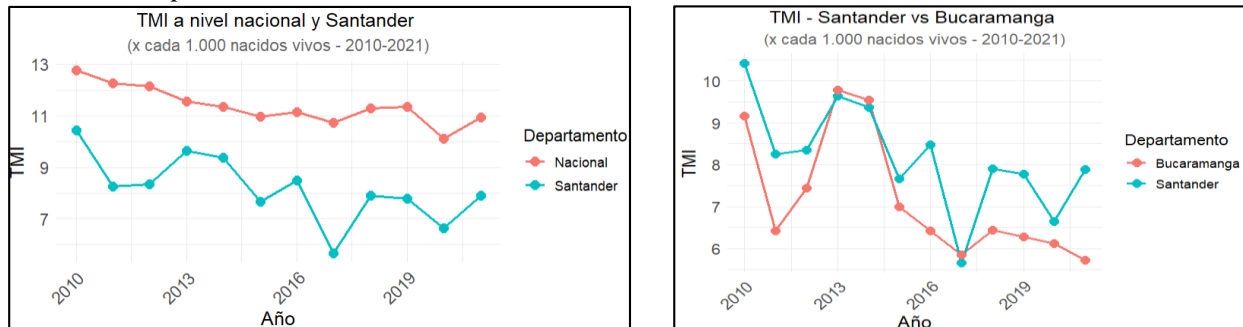
En el primer cuadrante se encuentran las BASS y la TMI. Dentro de esta variable independiente se incluyen los factores como la distancia a los establecimientos de salud, los costos de la atención médica o barreras culturales y sociales. Cuando hay presencia de estas privaciones es probable que las madres e infantes tengan dificultades en la atención médica, parto y periodo postparto., lo que ocasiona mayores cifras de mortalidad infantil. Finalmente, en el segundo cuadrante se presenta la visualización entre los hogares SAFAM y la TMI. Este indicador recurre a aguas contaminadas incrementando la probabilidad de enfermedades de origen hídrico, especialmente en niños que no tienen sistemas inmunológicos desarrollados. Cabe aclarar, que la relación con la TMI es directa “A mayor SAFAM se incrementa la TMI”.

## 7.2. Análisis de tendencia TMI.

A continuación, se puede observar el comportamiento de la TMI en Colombia, Santander y Bucaramanga durante el periodo 2010-2021.

**Figura 12.**

*Serie de tiempo TMI Santander*



Nota. Visualización del comportamiento de la TMI a nivel nacional, departamental y local.

En la imagen previa, se evidencia que Santander exhibe cifras inferiores de mortalidad infantil en comparación con la media nacional de Colombia. Las cifras en Santander oscilan entre cinco y once muertes infantiles por cada 1,000 nacidos vivos, por otra parte, a nivel nacional, la tasa se mantiene entre diez y trece muertes infantiles por cada 1,000 nacidos durante el periodo comprendido entre 2010 y 2021. Cabe aclarar que la tendencia de la TMI ha tendido a la baja durante el periodo analizado.

Ahora bien, el municipio de Bucaramanga ha presentado un comportamiento similar al de Santander, teniendo a su vez menores cifras que este último. Dentro de las causas de la disminución de este indicador se encuentra el aumento de actividades sobre la educación sexual, la tendencia de las mujeres a disminuir la fecundidad continua y el uso de métodos anticonceptivos aumenta.

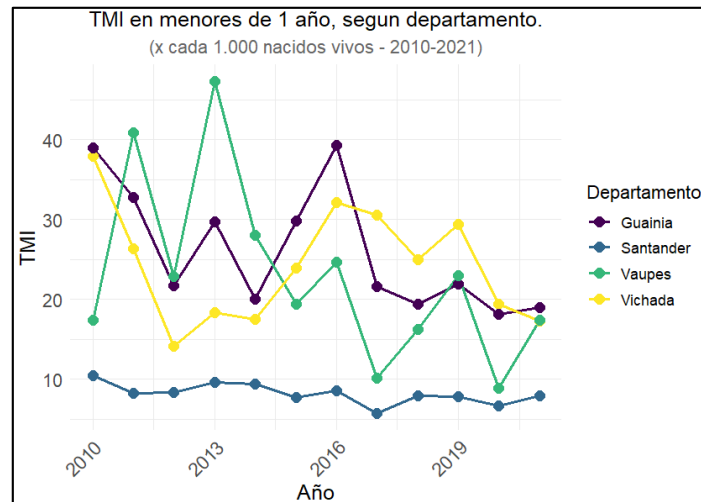
Para ver el comportamiento de la TMI en todos los municipios Santander dirigirse al

**Apéndice D.** Serie de tiempo de las variables latentes y observadas para todos los municipios de Santander (2010-2021).

En una comparativa con los departamentos de Colombia, Santander es uno de los que

presenta menor tasa de mortalidad infantil, mientras que Guainía, Vaupés y Vichada han sido aquellos con mayor tasa en el periodo 2010-2021.

**Figura 13.**  
*TMI, según departamento.*



*Nota.* Visualización del comportamiento de la TMI en Guainía, Vaupés, Vichada y Santander.

En la anterior grafica se puede observar que el 2013 fue el año con mayor TMI en los departamentos de Colombia, y esto se debe a los efectos del conflicto con grupos armados, la reclusión de niños por parte de estos grupos, el aumento de cifras de asesinados, violencia sexual y otros crímenes que atentaron hacia esta población tan vulnerable. (Nations, 2014). Para analizar mayores estadísticas descriptivas de la tasa de mortalidad infantil dirigirse al

#### **Apéndice E.** Power bi con la visualización de los resultados.

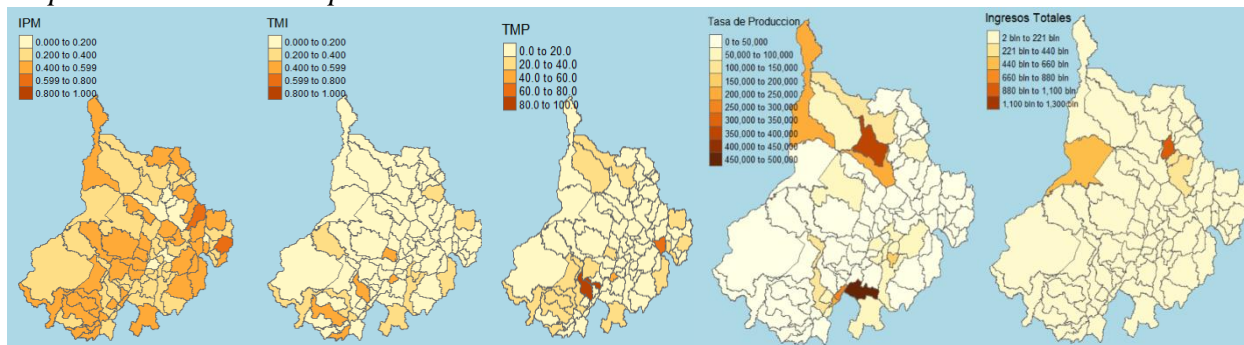
En el siguiente enlace encontrara un dashboard con indicadores asociados a la TMI:

[https://app.powerbi.com/links/kRJ2ZGIDRH?ctid=2ed5574c-f9ba-4426-9658-e477ad7439db&pbj\\_source=linkShare&bookmarkGuid=11a7d8d6-9186-4e6c-8efe-c92ce179cd8a](https://app.powerbi.com/links/kRJ2ZGIDRH?ctid=2ed5574c-f9ba-4426-9658-e477ad7439db&pbj_source=linkShare&bookmarkGuid=11a7d8d6-9186-4e6c-8efe-c92ce179cd8a)

### **7.3. Visualización de distribuciones espaciales.**

A continuación, se visualizará la distribución espacial de la TMI, TMP, IPM, tasa de producción per cápita y los ingresos relativos, para encontrar posibles clústeres, patrones, tendencias y dispersiones.

**Figura 14.**  
*Mapas de distribución espacial.*



*Nota.* Visualización de distribuciones espaciales.

Se observa un clúster de mayor TMI en la parte sur del departamento de Santander, en municipios como Sucre, Albania, la paz, guapota y en la parte centro-sur municipios como hato y el palmar. También se observa un aumento de la TMI en la medida que nos alejamos del centro urbano hacia las periferias. Análogamente, la TMP tiene un comportamiento parecido al de la TMI, presentando un poco más de severidad o intensidad en estas mismas áreas geográficas.

En cuanto al (IPM), se evidencia una diferencia entre áreas urbanas y rurales. Las zonas rurales tienen un IPM mayor, lo que indica mayor presencia de privaciones socioeconómicas. De igual manera, tienen una cierta agrupación los municipios con mayor y menor IPM, esto puede estar asociado con la urbanización y concentración de población con estas privaciones en áreas específicas. Finalmente, se puede observar mayor IPM en los municipios de Guaca y Carcasí con tasas de 60,30 y 60,80 respectivamente.

En el mapa de dispersión geográfica de la tasa de producción per cápita, se observa que, la agricultura es la principal actividad económica en las áreas rurales, y tienden a presentar tasas más altas de producción agrícola por persona. Esta distribución de producción agrícola per cápita suele estar influenciada por tierras aptas, topografía favorable y mayores extensiones de tierra. En la

visualización cartográfica se observa que los municipios con mayor tasa de producción son puerto Wilches, Suaita, girón, Rionegro y Lebrija con producción en toneladas de 1.656.351, 1.671.470, 1.718.116, 2.020.305 y 3.030.520, respectivamente (2010-2021). La principal producción de Puerto Wilches fue la palma de aceite, de Suaita frutales y cultivos tropicales como la caña, en Girón frutales como la piña, en Rionegro oleaginosas y frutales como el cacao, palma de aceite y piña, finalmente en Lebrija con cultivos de piña.

Finalmente, en el mapa de distribución espacial del logaritmo del ingreso relativo se observa que áreas urbanas tienden a tener ingresos relativos más altos ya que el acceso a empleos formales y salarios altos es mayor. De igual manera, municipios de categoría tipo 1 tienen ingresos corrientes de libre destinación debido a que su población oscila desde los cien mil a más de quinientos mil habitantes. Dentro de los primeros resultados se encontró que Piedecuesta, Girón, Floridablanca, Barrancabermeja y Bucaramanga son aquellos municipios en lo que más se concentra la distribución espacial de los ingresos totales de 2.315.559.535.916, 2.398.158.811.054, 3.600.729.970.646, 6.429.745.537.908 y 9.657.236.248.425 pesos respectivamente, en el periodo 2010-2021. <sup>12</sup> Cabe aclarar que, a diferencia de los bajos ingresos en el resto de los municipios de Santander, esta brecha también se debe por ingresos por regalías, ingresos tributarios, no tributarios, intereses, transferencias, etc.

#### 7.4. Resultados del índice de moran global.

Ahora, se explican los resultados del índice de moran global de la TMI:

**Tabla 2.**

*Variables dependientes.*

Periodo	Indicador / Variable	Moran's I	Prob	Expectativa	Varianza
---------	----------------------	-----------	------	-------------	----------

<sup>12</sup> Se ha optado por mostrar la cifra en pesos, porque las cifras mostradas son del periodo 2010 a 2021. Sin embargo, el análisis se ha realizado en términos de salarios mínimos.

2010 - 2014		0.40496179	1.232619e-10	-0.011627907	0.004332384
2015 – 2019	TMI	0.38184667	1.241e-09	-0.011627907	0.004354694
2020 – 2021		0.001278259	0.422	-0.011627907	0.004307175

*Nota.* Esta tabla muestra la prueba de Moran univariante de las variables económicas seleccionadas.

Para el periodo 2010-2019 el valor p de la TMI es menor que el nivel de significancia de 0.05 y por ende hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación espacial. Por otra parte, los valores del índice de moran son 0.41 (2010-2014) y 0.38 (2015-2019), lo que sugiere una autocorrelación espacial positiva moderada para el periodo 2010-2019, es decir, los valores similares tienden a agruparse en el espacio. Cabe aclarar que en el periodo 2020-2021 no hubo autocorrelación espacial posiblemente por la coyuntura de la pandemia.

En la siguiente tabla se puede observar los índices de moran de las variables económicas:

**Tabla 3.**  
*Variables económicas. (Test de Moran)*

Periodo	Indicador / Variable	Moran's I	Prob	Expectativa	Varianza
<b>2010-2014</b>	Log (Ingreso Relativo)	0.365506935	2.319e-09	-0.011627907	0.004142408
	Log (producción per cápita)	0.160103152	0.004523	-0.011627907	0.004328281
<b>2015-2019</b>	Log (Ingreso Relativo)	0.344252046	1.527e-08	-0.011627907	0.004128996
	Log (producción per cápita)	0.085650118	0.06777	-0.011627907	0.004247505
<b>2020-2021</b>	Log (Ingreso Relativo)	0.392313038	1.819e-10	-0.011627907	0.004152012
	Log (producción per cápita)	0.279289459	5.289e-06	-0.011627907	0.004361561

*Nota.* Esta tabla muestra la prueba de Moran univariante de las variables económicas seleccionadas.

En la tabla 3 se observa que el logaritmo del ingreso relativo es estadísticamente significativo para el periodo 2010-2021, lo que indica presencia de autocorrelación espacial. Tiene Índices de moran de 0.36 (2010-2014), 0.34 (2015-2019) y 0.39 (2020-2021), estos valores sugieren una autocorrelación espacial positiva, aunque más débil que la TMI. La otra variable es el logaritmo de la producción per cápita, el cual tiene un p valor significativo para los periodos

2010-2014 y 2020-2021, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación espacial para estos periodos. Los Índices de Moran son 0.16 y 0.27 respectivamente, lo que sería correlación espacial positiva, pero un poco más fuerte para el periodo 2020-2021.

Para las variables socioeconómicas se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 4.**  
*Variables socioeconómicas. (Test de Moran)*

Periodo	Indicador / Variable	Moran's I	Prob	Expectativa	Varianza
<b>2010-2021</b>	IPM	0.20414844	5.871677e-04	-0.011627907	0.004421475
	BSCPI_TOT	0.063316043	9.746916e-02	-0.011627907	0.003343419
	BASS	0.032173128	2.526336e-01	-0.011627907	0.004322417
	SAFAM	0.170488877	0.003063	-0.011627907	0.004414611

*Nota.* El (IPM) es el mismo para los tres periodos ya que la variable tomada fue de carácter censal municipal. La prueba de moran también es univariante.

De las otras variables socioeconómicas implementadas, solo el índice de pobreza multidimensional (IPM) y el índice de no acceso a fuente de agua mejorada (SAFAM) son aquellos con auto correlación espacial para el periodo 2010-2021. Presentando índices de moran de 0.20 y 0.17 respectivamente, por ende, las áreas con altos niveles de pobreza están asociadas espacialmente con otras áreas que también tienen altos niveles de pobreza e igualmente las áreas que menos tienen fuente de agua mejorada están rodeadas de áreas similares. Finalmente, en la siguiente tabla se tiene la prueba de moran para las variables personales y de salud:

**Tabla 5.**  
*Variables fisiológicas y de salud (Test de Moran)*

Periodo	Indicador / Variable	Moran's I	Prob	Expectativa	Varianza
<b>2010-2014</b>	Afiliados al SGSSS	0.062732785	0.1271	-0.011627907	0.004251547
	Bajo Peso al Nacer	-0.071286818	0.8883	-0.011627907	0.002400412

	Educación Madre	0.105080589	0.03735	-0.011627907	0.004287957
	Edad De La Madre	0.01355979	0.3523	-0.01162791	0.00441245
	Controles Prenatales	0.075463962	0.08968	-0.011627907	0.004207219
<b>2015-2019</b>	Afiliados al SGSSS	0.12719096	0.01767	-0.01162791	0.00435107
	Bajo Peso al Nacer	-0.09210363	0.9102	-0.01162791	0.00359752
	Educación Madre	0.136844975	0.01233	-0.011627907	0.004367131
	Edad De La Madre	0.157277017	0.004263	-0.011627907	0.004122975
	Controles Prenatales	0.138371178	0.01073	-0.011627907	0.004254653
<b>2020-2021</b>	Afiliados al SGSSS	0.01363315	0.3508	-0.01162791	0.00434755
	Bajo Peso al Nacer	-0.062592099	0.8195	-0.011627907	0.003112479
	Educación Madre	0.052455078	0.1659	-0.011627907	0.004359424
	Edad De La Madre	0.055359718	0.1466	-0.011627907	0.004060267
	Controles Prenatales	-0.010072660	0.4906	-0.011627907	0.004374413

*Nota.* Esta tabla muestra la prueba de Moran univariante de las variables personales y de salud seleccionadas.

Para el periodo 2010-2014 se observa que solo la educación de la madre es significativa, mientras que para el periodo 2015-2019 tanto la educación de la madre como la afiliación al SGSSS, la edad de la madre y los controles prenatales presentan auto correlación espacial. Finalmente, para el periodo 2020-2021 ninguna de estas variables fue estadísticamente significativa ya que el principal determinante a la mortalidad infantil fueron los efectos generados por la pandemia. Cabe aclarar que aquellas variables que presentaron auto correlación espacial o clústeres fueron de carácter positivo, por lo que los índices de moran eran mayor que cero, y, por otra parte, aquellos que no presentaron auto correlación espacial y que su distribución es aleatoria, indican no dependencia espacial de estas variables en los municipios vecinos.

Todo el código programado y utilizado para crear las estadísticas descriptivas, los mapas de distribución espacial, los análisis de tendencia y los índices de moran se encuentran en el

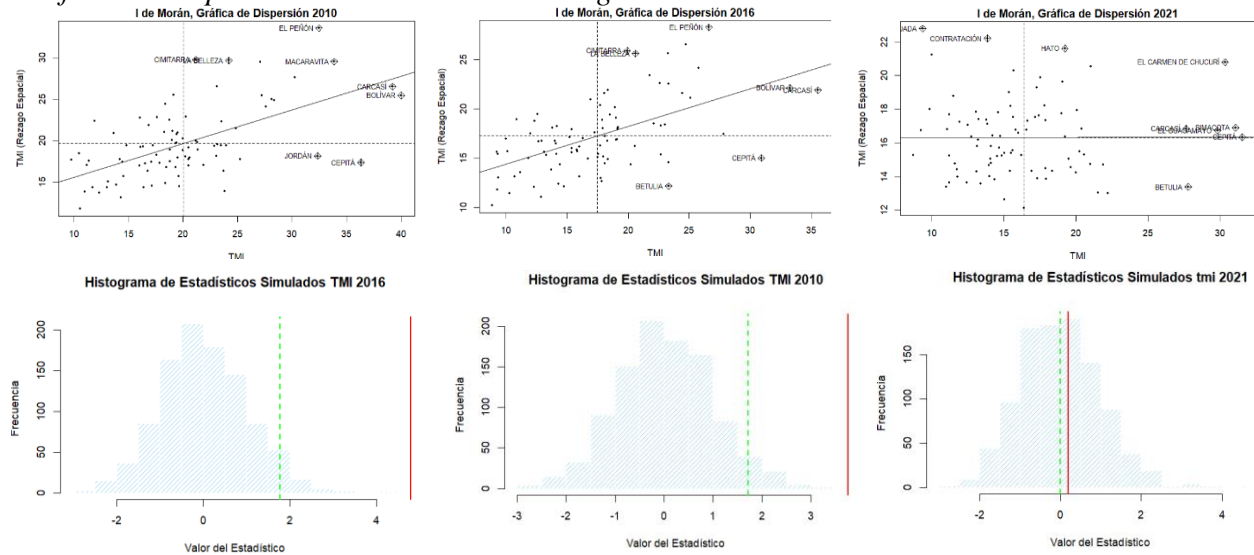
**Apéndice F. Código en Rstudio.**

**7.5. Análisis y visualización de auto correlación espacial local y simulaciones de Monte Carlo.**

Para comprobar que esos patrones de asociación espaciales que encontramos en el apartado anterior, no se debe a la casualidad o efectos puramente aleatorios, sino que también se debe a estructuras espaciales a como se relacionan las cosas en el espacio<sup>13</sup>, se calculó el índice de Moran local y se realizaron las respectivas simulaciones de monte Carlo para las variables que se van a utilizar en el modelo multivariante. Los patrones empíricos y simulados que se tiene para la TMI son:

**Figura 15.**

*Gráficos de dispersión I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados TMI*



*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio.

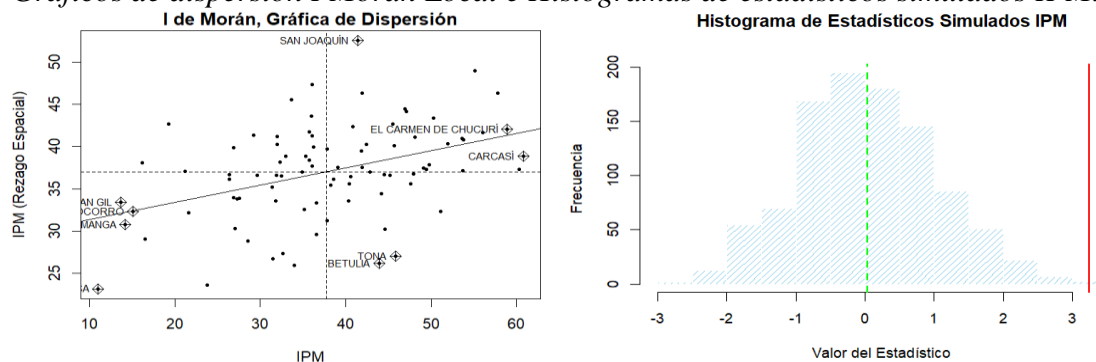
<sup>13</sup> Estos graficos tienen cuatro cuadrantes: el primero se encuentra a la derecha y arriba, hace referencia a los valores altos rodeados de valores altos. El segundo cuadrante está ubicado a la izquierda arriba y hace referencia a valores bajos rodeados de valores altos. El tercer cuadrante se encuentra abajo y a la izquierda e indica valores bajos rodeados de valores bajos. Mientras que el cuarto cuadrante hace referencia a valores altos rodeados de valores bajos. Nota: la pendiente es el índice de moran y, el cuadrante 2 y 4 son denominados de transición.

Los patrones de auto correlación espacial local de la TMI muestran una significancia estadística y tienden a presentarse en grupos en el espacio, basándose en la evidencia estadística se puede descartar la hipótesis nula de no auto correlación espacial a favor de la hipótesis alternativa para los periodos 2010-2018. Además, se encontraron clústeres y agrupaciones de municipios a los que hay que orientar políticas en el área de la salud para la reducción de la TMI, ya que cuentan con municipios con alta TMI y a su vez, también se encuentran rodeados de municipios con altas tasa. Para el periodo 2010-2019 un clúster que se encontró estaba conformado por: Bolívar, Cimitarra, La Belleza, El Peñón y Cimitarra. De igual forma, en el cuarto cuadrante, se encontró pertinente analizar cuáles son aquellos municipios que tienen altas tasa de mortalidad infantil y se encuentran rodeados de municipios con bajas tasas, algunos de estos fueron: Cepita y Betulia. En el apartado de regresiones univariantes y multivariantes se proporcionarán explicaciones más detalladas sobre los gradientes socioeconómicos que podrían estar relacionados con estas diferencias en la mortalidad infantil entre los municipios.

Los patrones empíricos y simulados que se encontró para el IPM son los siguientes:

**Figura 16.**

*Gráficos de dispersión I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados IPM.*



*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio. Elaboración propia.

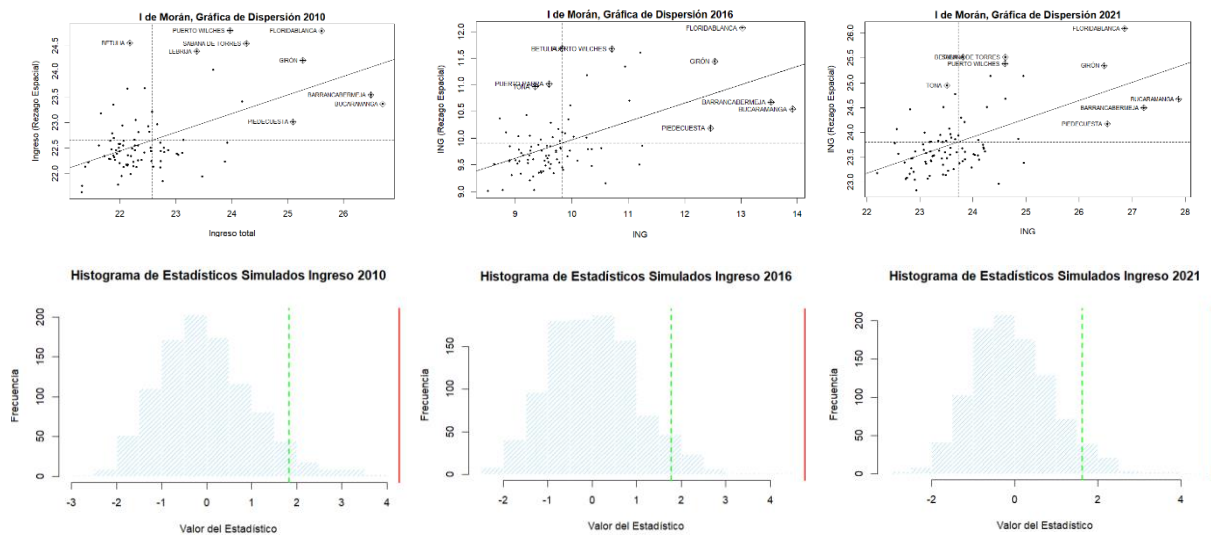
Los patrones de asociación espacial del IPM son estadísticamente significativos y tienden a agruparse en el espacio, se puede rechazar la hipótesis nula de no auto correlación espacial.

En el gráfico de dispersión de Moran local se puede apreciar que algunos de los municipios que tienen menor pobreza multidimensional y están rodeados de municipios con bajos niveles de pobreza multidimensional son Bucaramanga, San Gil y Socorro. En el siguiente capítulo, se analizarán los mapas de dispersión local (LISA) y se podrá evidenciar mejor las agrupaciones del IPM entre los municipios.

Los gráficos de dispersión del ingreso relativo son los siguientes:

**Figura 17.**

*Gráfico de dispersión I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados ingreso relativo.*



*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Los patrones de asociación espacial del logaritmo del ingreso relativo son estadísticamente significativos y están agrupados en el espacio, se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación espacial en favor de la hipótesis alternativa para los periodos 2010-2021.

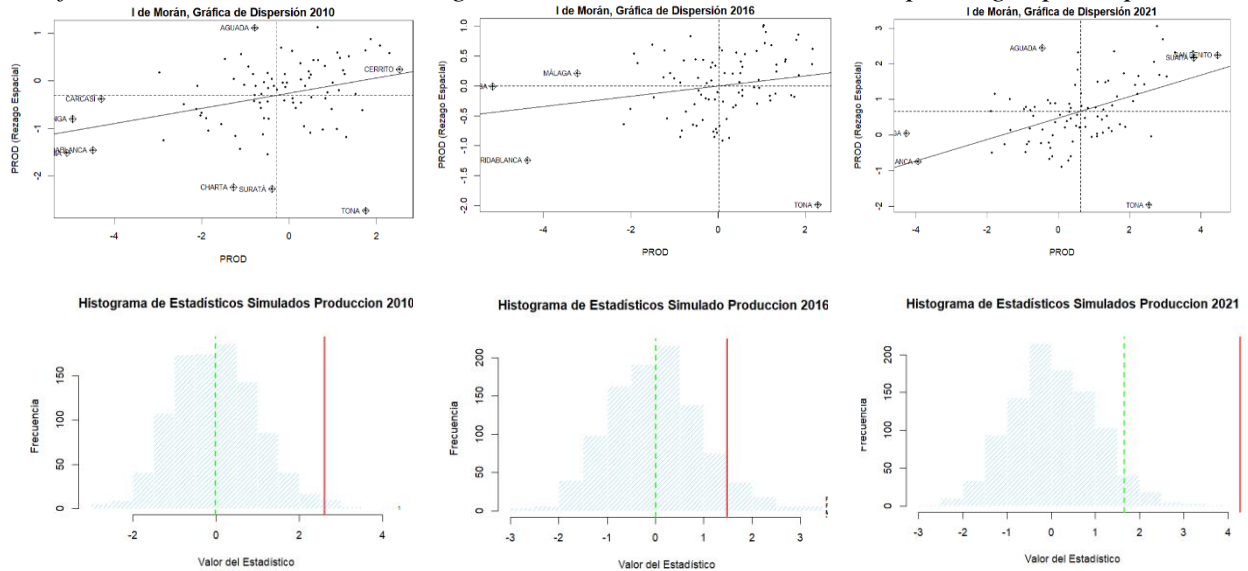
Se encontraron clústeres y agrupaciones de municipios con altos ingresos relativos rodeados de municipios con altos ingresos también. Para el periodo 2010-2021 un clúster que se encontró estaba conformado por: Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta., y el otro clúster que se puede visualizar con estas mismas características es Barrancabermeja y Puerto

Wilches. En el apartado de visualización de mapas de asociación espacial local se podrá visualizar mejor aquellas agrupaciones de municipios con bajos ingresos relativos.

Los gráficos de dispersión local de la producción agropecuaria per cápita son los siguientes:

**Figura 18.**

*Gráfico del I Moran Local e Histogramas de estadísticos simulados - prod agro per cápita.*



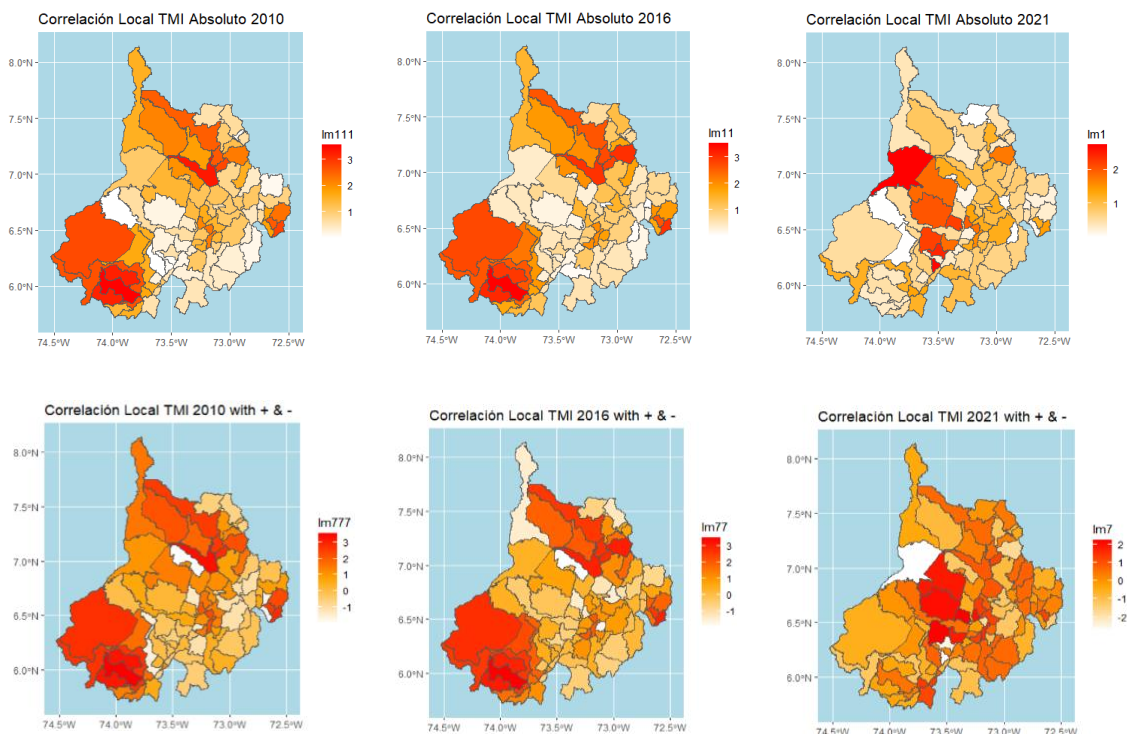
*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Los patrones de asociación espacial local del logaritmo de la producción agropecuaria per cápita son estadísticamente significativos y tienden a estar agrupados en el espacio, de acuerdo con la evidencia estadística se acepta la hipótesis alternativa para los periodos 2010-2014 y 2020-2021. Para el periodo 2015-2019 siguen un comportamiento aleatorio. En el apartado de mapas de asociación espacial local (LISA) se proporcionarán explicaciones más detalladas sobre cómo se agrupan los municipios en el espacio.

## 7.6. Visualización de mapas para hallar patrones de distribución espacial local (LISA)

A continuación, se realizan mapas de asociación espacial local, conocido también como LISA, esta técnica nos permitió identificar patrones espaciales locales de asociación entre las variables que serán utilizados en el modelo multivariante, con su respectiva significancia. Dentro de sus ventajas se encuentra que esto ayuda a identificar clústeres espaciales de valores altos o bajos, así como a detectar patrones locales de asociación que no son evidentes en el análisis global. Una vez se calculó el estadístico de Moran LISA se calcularon los mapas de clusterización espacial, que muestran visualmente las áreas donde se encuentran clústeres significativos de alta o baja asociación espacial.

**Figura 19.**  
*Correlación local absoluta y de dirección TMI.*



*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio.

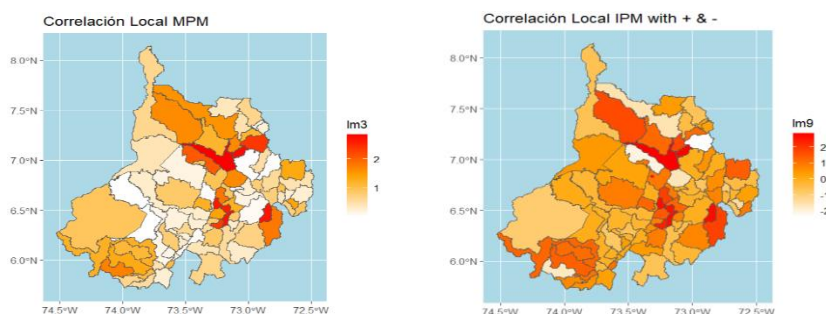
Como se había mencionado anteriormente, el periodo en los que hay correlación espacial de la TMI en los municipios de Santander es el que va desde el 2010 al 2016, los valores de

correlación local son altos en áreas cercanas entre sí, y estas áreas también tienen valores altos de la TMI.

También, en términos generales hay una disminución de presencia de la TMI a nivel general, se ven agrupaciones de alta TMI en municipios ubicados en el Suroeste de Santander, en el norte y en algunos municipios del este de la región. Y gracias a los mapas que se encuentran en la segunda fila se confirmó que la correlación local del TMI absoluto es alta en áreas cercanas entre sí y positiva, esto sugiere que la TMI tiende a aumentar en esas regiones. Elementos como la carencia de acceso a atención médica adecuada, circunstancias socioeconómicas adversas o problemas de salud pública pueden contribuir a este aumento en la mortalidad infantil.

Municipios como Barrancabermeja, San Vicente de Chucuri, Carmen de Chucuri y el Hato han presentado mayor presencia de la TMI, en el periodo 2010-2021. Mientras que, se ha presentado una menor presencia de la TMI en los municipios de Girón, Rionegro, Cimitarra, Bolívar, La belleza, Sucre y el Peñón, en el mismo periodo. Un hallazgo que se encontró también fue que los municipios de Betulia y Vélez para el periodo 2010-2019, y Barrancabermeja, Aguada y Contratación para el periodo 2020-2021, presentaron una correlación negativa, es decir, cuando una región tiene valores bajos de la variable, es probable que las regiones vecinas también tengan valores bajos y viceversa. La siguiente ilustración muestra la correlación local del IPM:

**Figura 20.**  
*Correlación local absoluta y de dirección IPM.*



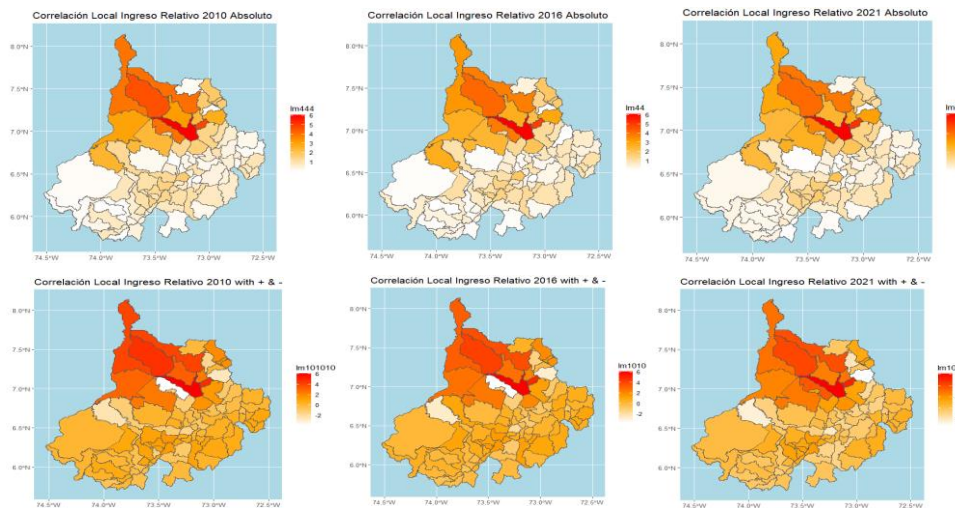
*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio.

En el gráfico anterior se observa como el IPM censal del 2018 presenta valores de correlación local altos en áreas cercanas entre sí, y estas áreas también tienen valores altos de la variable que estás analizando, y en la segunda fila de mapas se confirma que se está observando una correlación positiva. Es decir, cuando una región tiene valores altos de la variable, es probable que las regiones vecinas también tengan valores altos y viceversa.

Los municipios con mayor presencia de pobreza multidimensional se encuentran ubicados en noroeste, centro y sureste de Santander. Algunos de ellos conforman el primer cluster y son: Giron, Betulia, Floridablanca y Tona. El segundo cluster esta conformado con municipios como Onzaga y San Joaquin., y un tercer cluster lo conforman municipios como cabrera, pinchote, paramo y confines.

En cuanto a las localidades específicas que presentaron una correlacion negativa se encuentran Rionegro, Tona, Betulia y la belleza, esto indica que áreas con baja TMI estan rodeadas principalmente por áreas con bajas TMI. La siguiente ilustracion muestra la correlacion local del logaritmo del ingreso relativo:

**Figura 21.**  
*Correlación local absoluta y de dirección (Log del ingreso Relativo).*

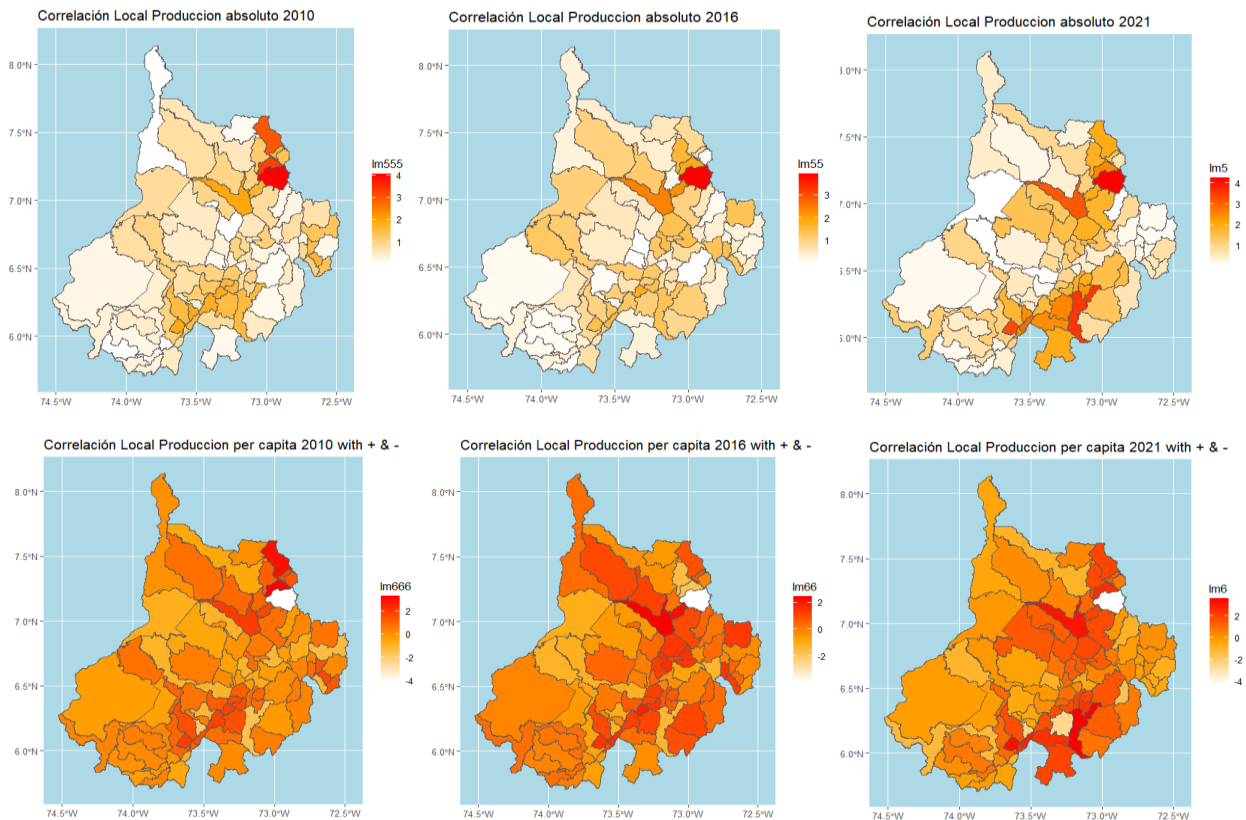


*Nota:* Adaptado de lenguaje de programación R studio.

En el grafico anterior se observa como el logaritmo del ingreso relativo presenta valores de correlación local altos en áreas cercanas entre sí, y estas áreas también tienen valores altos de la variable que estás analizando para el periodo 2010-2021. Tambien se puede observar como los ingresos relativos se han concentrado a lo largo de los años en municipios urbanos ubicados en el centro y noroeste del departamento., y en la segunda fila de mapas se confirma que se está observando una correlación positiva. Los municipios que tienen mayor concentracion del logaritmo de los ingresos relativos en el departamento de Santander son: Bucaramanga, Giron, Floridablanca, Piedecuesta, Barrancabermeja y Sabana de Torres.

La siguiente ilustracion muestra la correlacion local del logaritmo de produccion agropecuaria per capita:

**Figura 22.**  
*Correlación local absoluta y de dirección (Log de Producción agropecuaria per cápita).*



Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Como se había mencionado en el apartado anterior solo es significativa la asociación espacial del logaritmo de la tasa de producción agropecuaria per cápita para los periodos 2010-2014 y 2020-2021. Además, se puede apreciar que en la segunda fila de mapas se confirma que se está observando una correlación positiva, esto sugiere patrones espaciales donde los municipios con altas tasas de producción agropecuaria per cápita tienden a estar rodeados por municipios con tasas más altas, a excepción de municipios con Tona, en donde se evidencia correlación negativa.

Dentro de las causas puede ser que en algunas regiones, la especialización en ciertos cultivos o actividades agropecuarias puede llevar a una mayor competencia entre los productores, lo que resulta en una distribución espacial donde los municipios con altas tasas están rodeados por municipios con tasas más bajas y viceversa. De igual manera, los precios afectados por el TLC firmado y el paro nacional agrario del 2013 pudo haber generado que los costos de los insumos agrícolas aumentaran generando un impacto en la TMI.

O por otra parte, los factores geográficos y ambientales, como el clima, el suelo y la topografía, influyen en la distribución espacial de la producción agropecuaria. Municipios ubicados en áreas con mejores condiciones pueden tener tasas más altas, mientras que aquellos en áreas menos favorables pueden tener tasas más bajas, o simplemente estos municipios pueden estar ubicados en áreas donde la agricultura está altamente desarrollada y las prácticas agrícolas sean más intensivas y eficientes.

### 7.7. Análisis univariante

Esta técnica estadística se implementó para comprender la relación entre cada variable explicativa y la objetivo (TMI). Los resultados de estas relaciones nos permiten obtener información sobre la fuerza, dirección y capacidad predictiva de relaciones y modelos utilizados.

En este análisis de regresión espacial es fundamental el uso de modelos espaciales autorregresivos (SAR), modelos de error espacial (SEM) y modelo espacial de durbin, ya que reconocen que las unidades geográficamente cercanas puedan estar correlacionadas y consideran la autocorrelación espacial al momento del análisis de datos.

De igual forma, se hace énfasis en los residuos de correlación espacial ya que pueden ser utilizados para identificar municipios atípicos espaciales, áreas de comportamiento inusual y orientar hacia decisiones eficientes en la administración y gestión espacial.

A continuación, se observa el modelo espacial del ingreso relativo con la TMI en el periodo 2010-2021:

**Tabla 6.**  
*Modelos espaciales del logaritmo del ingreso relativo.*

Periodo	Modelo	Coeficiente			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
2010- 2014	SAR	(Intercepto)	26.40357	7.623e-06					
		Log (IR)	-1.83794	0.0004659	0.004907082	-0.011627907	0.004262218	0.4	534.7742
		P	0.55623	1.4936e-06					
	SEM	(Intercepto)	40.80561	4.641e-13					
		Log (IR)	-2.17638	0.0002294	-0.011863449	-0.011627907	0.004261203	0.5014	534.2798
		$\Lambda$	0.5922	1.1551e-06					
	SDM	(Intercepto)	20.41657	0.019763					
		Log (IR)	-2.11779	0.000424	-0.012694452	-0.011627907	0.004260551	0.5065	536.011
		Lag. i.r. ( $\theta$ )	0.84316	0.373399					
	P	0.58743	1.486e-06						
2015- 2019	SAR	(Intercepto)	23.15136	2.567e-05					
		Log (IR)	-1.51937	0.001538	0.012652886	-0.011627907	0.004293116	0.3555	516.221
		P	0.53583	4.5075e-06					
	SEM	(Intercepto)	36.10944	1.05e-11					
		Log (IR)	-1.88997	0.0004096	-0.007374839	-0.011627907	0.004283989	0.4741	514.5188
	$\Lambda$	0.57876	1.8564e-06						

	(Intercepto)	14.37972	0.0775473						
SDM	Log (IR)	-1.90292	0.0004887	-0.006979812	-0.011627907	0.004283218	0.4717	516.5052	
	Lag. i.r. ( $\theta$ )	1.18901	0.1761163						
	P	0.57963	1.927e-06						
<hr/>									
	(Intercepto)	29.13956	8.299e-07						
SAR	Log (IR)	-1.29739	0.008519	0.043449407	-0.011627907	0.004289682	0.2002	521.9484	
	P	-0.0028522	0.98616						
	<hr/>								
2020- 2021	(Intercepto)	30.55715	9.426e-10						
	SEM	Log (IR)	-1.44771	0.004308	0.000591927	-0.011627907	0.004293687	0.426	521.5008
		$\Lambda$	0.12082	0.50337					
<hr/>									
	(Intercepto)	11.88569	0.12222						
SDM	Log (IR)	-2.29613	7.491e-05	0.005093649	-0.01162790	0.004263756	0.3989	516.1489	
	Lag. i.r. ( $\theta$ )	2.55715	0.00367						
	P	0.10559	0.51769						

Nota: Efecto directo en la TMI por el ingreso relativo. Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Para el periodo 2010-2014, el modelo que mejor explica el fenómeno es el de durbin (SDM), ya que es el que mejor incorpora el proceso espacial a pesar de no tener el mejor criterio de información (AIC), por ende, rechazamos la hipótesis de auto correlación espacial en los residuales<sup>14</sup>. Para este periodo, el ingreso relativo tiene un efecto directo significativo en la TMI, con un coeficiente negativo, lo que indica que a medida que el ingreso relativo aumenta, la TMI tiende a disminuir. Es decir, a medida que las familias experimentan un aumento en su ingreso relativo, es probable que la salud y el bienestar de los niños mejoren, el resultado obtenido es una reducción en la TMI.

Además, el rho o proceso autorregresivo indica que hay una fuerte dependencia espacial en las TMI entre áreas vecinas en el que los valores de la TMI están asociados con los valores observados de la misma variable en unidades territoriales cercanas, siendo similares. De igual manera, aunque puede haber cierta persistencia en las TMI a lo largo del tiempo (Efecto espacial), este efecto no es lo suficientemente fuerte como para ser considerado significativo desde el marco

<sup>14</sup> No hay evidencia estadísticamente significativa de que los residuales exhiban patrones de dependencia espacial, es decir, los residuales del modelo no muestran una estructura espacial significativa y se comportan de manera aleatoria o independiente en términos espaciales, el modelo captura completamente la estructura espacial subyacente.

estadístico en este periodo.<sup>15</sup>

Para el periodo 2015-2019, el mejor modelo fue el SEM, y se encontró también que el logaritmo del ingreso relativo tiene una relación directa con la TMI y es negativa. El valor de 0.57876 sugiere una dependencia espacial entre las TMI, como se observó en el periodo anterior en el modelo espacial de Durbin. Finalmente, para el periodo 2020-2021, el mejor modelo también es el SEM ya que tiene el p valor más alto en los residuales, además, sigue teniendo un efecto directo significativo en la TMI, aunque menos significativo que en el modelo anterior, y no hay dependencia espacial entre las TMI en áreas vecinas ya que parece ser más débil.<sup>16</sup>

A continuación, se hace el mismo análisis para el logaritmo de la producción per cápita:

**Tabla 7.**  
*Modelo espacial del logaritmo de la producción per cápita.*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC	
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob		
2010 – 2014	SAR	(Intercepto)	8.24608	0.0002139						
		Log (TP)	0.25692	0.4782793	-0.01051456	-0.011627907	0.0042771	0.49	546.3922	
		P	0.60284	4.2995e-07						
	SEM	(Intercepto)	20.70276	2e-16						
		Log (TP)	0.39496	0.3013	-0.01439712	-0.01162791	0.00426919	0.516	545.847	
		$\Delta$	0.61043	3.2416e-07						
	SDM	(Intercepto)	7.96210	0.0002983						
		Log (TP)	0.40908	0.2835277						
		Lag. L.t.p.% ( $\theta$ )	-0.94664	0.2344920	-0.01366316	-0.011627907	0.00427241	0.512	546.984	
		P	0.60515	3.4254e-07						
	2015- 2019	SAR	(Intercepto)	7.41168	0.0001456					
			Log (TP)	0.82954	0.0242799	0.007657006	-0.011627907	0.00431575	0.384	521.247
P			0.58118	9.3482e-07						
SEM		(Intercepto)	17.71446	2.2e-16						
		Log (TP)	0.98830	0.007499	-0.008848012	-0.011627907	0.00431893	0.483	519.460	
		$\Delta$	0.60341	3.6996e-07						
SDM		(Intercepto)	7.09346	0.0002146						
		Log (TP)	0.96532	0.0087780	-0.011324082	-0.01162790	0.00432286	0.498	520.194	
		Lag. L.t.p.% ( $\theta$ )	-1.54324	0.0763421						

<sup>15</sup> Al incluir la TMI y sus retardos temporales como variables independientes en el modelo, no se encontraron efectos influyentes de la TMI en sí misma en el resultado, en otras palabras, las tasas de mortalidad infantil en un momento dado no están influenciadas por las tasas en momentos anteriores.

<sup>16</sup> El enfoque principal del Modelo SEM es abordar relaciones causales, entonces es normal que no haya dependencia espacial.

		P	0.59964	3.488e-07					
		(Intercepto)	14.97141	1.879e-08					
SAR	Log (TP)	0.84153	0.008334	0.050171700	-0.01162790	0.00427320	0.172	522.0914	
	P	0.055884	0.7345						
2020 – 2021			(Intercepto)	15.78994	2.2e-16				
	SEM	Log (TP)	1.04438	0.001567	0.000412145	-0.01162790	0.00426981	0.426	520.8721
		$\Lambda$	0.2092	0.24805					
		(Intercepto)	14.67755	2.447e-08					
SDM	Log (TP)	1.43974	2.851e-05	0.007250493	-0.011627907	0.004245490	0.386	512.7310	
		Lag. L.t.p.% (0)	-2.07761	0.0004475					
		P	0.13267	0.40485					

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Para el periodo 2010-2014 y el periodo 2020-2021, el mejor modelo que explica el fenómeno fue el SEM, ya que absorbe mejor el proceso espacial y tienen los mejores criterios de información. También, muestra que la tasa de producción per cápita no tiene un efecto directo significativo en la TMI para el primer periodo, ya que el coeficiente asociado no es significativo. Es posible que otros factores no considerados estén influyendo en la relación entre la tasa de producción per cápita y la TMI. Sin embargo, hay una fuerte dependencia espacial entre las TMI en áreas vecinas, como lo indica el coeficiente de lambda altamente significativo. Esto significa que existen factores contextuales o regionales que afectan a las TMI y que se distribuyen espacialmente. En el periodo 2020-2021, se evidencia lo contrario en el modelo SEM, hay una relación directa entre las variables y esta es positiva, es decir, un aumento en la tasa de producción agropecuaria per cápita podría estar relacionado con un aumento en la TMI, por lo que aquellos municipios con mayor producción suelen ser rurales y con mayores extensiones de tierra aptas para la producción agropecuaria, pero no hay dependencia espacial entre las TMI en áreas vecinas.

Por otra parte, para el periodo 2015-2019 el mejor modelo es el SDM, incorporando mejor el proceso espacial y con el mejor criterio de información. Este modelo durbin sugiere que la tasa de producción per cápita tiene un efecto directo significativo en la TMI, con un coeficiente positivo y estadísticamente significativo. Además, indica que hay una fuerte dependencia espacial entre las TMI en áreas vecinas y es positiva (Observaciones similares se agrupan), por lo que se debe considerar el contexto geográfico al abordar este problema de salud pública. Finalmente, al incluir la TMI y sus retardos temporales como variables independientes, no se encontraron efectos influyentes de la TMI en sí misma en el resultado, en otras palabras, las tasas de mortalidad infantil en un momento dado no están influenciadas por las tasas en momentos anteriores, por ende, no tiene un efecto espacial.

A continuación, se hace el mismo análisis de regresión univariante para las otras variables socioeconómicas (IPM - SAFAM):

**Tabla 8.**  
*Modelo espacial del índice de pobreza multidimensional*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
2010 – 2014	SAR	(Intercepto)	0.92909	0.706					
		IPM	26.00438	1.252e-09	-0.054119726	-0.011627907	0.004186122	0.7443	516.0366
		P	0.47223	1.8352e-05					
	SEM	(Intercepto)	10.3337	2.396e-07					
		IPM	26.1396	1.221e-08	-0.025284631	-0.011627907	0.004174326	0.5837	520.3169
		$\Lambda$	0.49323	0.00017587					
	SDM	(Intercepto)	-1.4027	0.6616					
		IPM	24.6229	7.955e-08	-0.02981075	-0.01162791	0.00421640	0.6103	516.9982
		Lag. i.p.m ( $\theta$ )	11.2070	0.2876					
	P	0.40635	0.0018609						
2015- 2019	SAR	(Intercepto)	1.4101	0.5286					
		IPM	22.1985	9.008e-09	-0.021558702	-0.011627907	0.004256577	0.5605	498.0480
		P	0.445	6.8503e-05					
	SEM	(Intercepto)	8.8571	5.719e-07					
		IPM	22.9184	1.890e-08	-0.014130422	-0.011627907	0.004236256	0.5153	499.7020
		$\Lambda$	0.48593	0.00016457					
	(Intercepto)	1.24137	0.6735	-0.019960748	-0.011627907	0.004258647	0.5508	500.0412	

		IPM	22.09203	9.163e-08					
	SDM	Lag. i.p.m ( $\theta$ )	0.81013	0.9295					
		P	0.43974	0.00082719					
<hr/>									
		(Intercepto)	10.2245	0.0003423					
	SAR	IPM	21.0051	2.176e-07	0.030607983	-0.011627907	0.004211201	0.2576	505.3273
		P	-0.10809	0.49573					
<hr/>									
		(Intercepto)	8.6439	3.517e-08					
	SEM	IPM	20.5254	2.729e-07	4.005925e-05	-1.162791e-02	4.216851e-03	0.4287	505.7558
		$\Lambda$	-0.032304	0.85039					
<b>2020 - 2021</b>	<hr/>								
		(Intercepto)	12.4725	0.0003181					
	SDM	IPM	23.1080	1.235e-07	0.0008657035	-0.0116279070	0.0041858368	0.4234	505.8354
		Lag. i.p.m ( $\theta$ )	-11.6155	0.2122053					
		P	-0.031039	0.85408					

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

En la regresión univariante realizada para analizar el impacto de la pobreza multidimensional en la TMI, el modelo SAR fue el que mejor presentó criterios de información e incorporación del proceso espacial en los periodos 2010-2019. Este modelo se centra en capturar la dependencia espacial entre las observaciones al utilizar una estructura autorregresiva, y eso es lo que se aprecia en los resultados de este periodo, hay una fuerte dependencia espacial entre las TMI en áreas vecinas, y aunque el enfoque de este modelo no sea analizar la relación directa entre el IPM y la TMI, los resultados son estadísticamente significativos, por lo que un incremento del IPM ocasiona que la TMI también crezca. Además, el lambda o proceso autorregresivo indica que hay una fuerte dependencia espacial en las TMI entre áreas vecinas en el que los valores de la TMI están asociados con los valores observados de la misma variable en unidades territoriales cercanas, siendo similares.

En el periodo 2019-2020, el mejor modelo fue el SEM, pero, aunque se encontró que hay relación directa positiva entre las variables, no se encontró presencia de proceso autorregresivo y, por ende, no hay asociación espacial.

A continuación, se analiza el efecto de equilibrio de los modelos SAR que tuvieron mejor criterio de información AIC:

**Tabla 9.**

*Efecto equilibrio IPM 2010-2014*

Municipio	top.sar
ZAPATOCA	368,7166
ONZAGA	362,7655
GUAPOTÁ	360,8731

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Ante una variación de 10% del IPM en Bucaramanga, los municipios que mayor presentan variaciones son Zapatoca, Onzaga, Guapota, San Joaquín y Barichara, durante el periodo 2010-2014.

Por otra parte, en el periodo 2015-2019, una variación de 10% del IPM en Bucaramanga, afecta el valor de la variable IPM en los siguientes municipios circundantes: Ocamonte, Valle de San José, Barrancabermeja, Cerrito, Paramo, Guaca, Albania, Surata, California, Florián y San Vicente de Chucuri.

**Tabla 10.**

*Efecto equilibrio IPM 2015-2019*

Municipio	top.sar
OCAMONTE	94,16873
VALLE DE SAN JOSÉ	88,10347
BARRANCABERMEJA	76,83254
CERRITO	71,11107
PÁRAMO	65,98473
GUACA	64,19838
ALBANIA	62,54123
SURATÁ	61,98411
CALIFORNIA	56,7549
FLORIÁN	54,31202
SAN VICENTE DE CHUCURÍ	50,03429
BETULIA	43,45563
VETAS	42,88195
SIMACOTA	40,27458
SANTA HELENA DEL OPÓN	38,88432
CONCEPCIÓN	38,32955
JESÚS MARÍA	37,28666
SAN ANDRÉS	36,3694

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

A continuación, se aborda el último modelo univariante de la TMI con variables socioeconómicas:

**Tabla 11.**  
*Sin acceso a Fuente de aguas mejorada*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
2010 – 2014	SAR	(Intercepto)	5.685347	0.0108342					
		SAFAM	0.115981	0.0001199	-0.017918987	-0.011627907	0.004225617	0.5385	533.0097
		P	0.55781	1.1594e-06					
	SEM	(Intercepto)	17.004783	2.2e-16					
		SAFAM	0.117056	0.0002054	-0.021845157	-0.011627907	0.004201412	0.5626	534.1659
		$\Lambda$	0.57068	2.1154e-06					
	SDM	(Intercepto)	5.7506512	0.0153086					
		SAFAM	0.1166182	0.0002072	-0.019594775	-0.011627907	0.004223391	0.5488	535.0047
		Lag. s.f.m ( $\theta$ )	-0.0043522	0.9444834					
	P	0.55984	2.7024e-06						
2015- 2019	SAR	(Intercepto)	5.515739	0.0064825					
		SAFAM	0.090164	0.0009441	-0.0002129337	-0.0116279070	0.0042855620	0.4308	515.6884
		P	0.54037	3.4748e-06					
	SEM	(Intercepto)	14.809964	2.2e-16					
		SAFAM	0.097481	0.0005686	-0.015685486	-0.011627907	0.004260927	0.5248	515.0257
		$\Lambda$	0.56112	2.46e-06					
	SDM	(Intercepto)	6.264070	0.0050988					
		SAFAM	0.097364	0.0005798	-0.015681128	-0.011627907	0.004264339	0.5247	516.9956
		Lag. s.f.m ( $\theta$ )	-0.045771	0.4026985					
	P	0.56027	2.5477e-06						
2020 – 2021	SAR	(Intercepto)	13.643291	7.404e-07					
		SAFAM	0.079483	0.006046	0.03214655	-0.01162791	0.00426599	0.2514	521.5408
		P	0.026365	0.87226					
	SEM	(Intercepto)	13.917297	2.2e-16					
		SAFAM	0.084895	0.003722	0.000773784	-0.011627907	0.004266843	0.4247	521.1605
		$\Lambda$	0.10867	0.52393					
SDM	(Intercepto)	15.455441	2.721e-07						
	SAFAM	0.100289	0.0007987	0.002548059	-0.011627907	0.004259151	0.414	519.2908	
	Lag. s.f.m ( $\theta$ )	-0.118912	0.0354088						
	P	0.085438	0.60083						

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

En la tabla anterior se analizó la relación entre la TMI y el acceso a fuente de agua mejorada, y se encontró que el mejor modelo para el periodo 2010-2021 es el SEM, al momento de capturar el proceso espacial y los criterios de información coinciden para el periodo 2015-2019.

Para la relación directa se encontró que para el periodo 2010 – 2021 hubo una relación directa positiva, es decir, el acceso a fuentes de agua mejoradas tiene un efecto significativo en la TMI, lo que sugiere que mejoras en el acceso a agua potable pueden estar asociadas con reducciones en la mortalidad infantil.<sup>17</sup>

Este modelo captura la estructura y la asociación espaciales de la TMI con ella misma en los municipios cercanos para el periodo 2010-2019, sin embargo, para el periodo 2020 – 2021, aunque hay relación directa no hay presencia de la estructura espacial en los datos esto indica que las observaciones cercanas geográficamente podrían estar más correlacionadas entre sí en términos de sus errores no explicados por el modelo que las observaciones más distantes. A continuación, se abordará el análisis univariante de la TMI con los determinantes personales y de salud:

**Tabla 12.**

*Afiliación al sistema de seguridad social en salud de los niños nacidos.*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
2010 – 2014	SAR	(Intercepto)	11.016583	4.496e-05					
		SGSS_2	-0.029705	0.07403	-0.024391293	-0.011627907	0.004267763	0.5774	543.7621
		P	0.5864	7.1077e-07					
	SEM	(Intercepto)	22.875380	2e-16					
		SGSS_2	-0.028502	0.08947	-0.026055559	-0.011627907	0.004269479	0.5874	544.0819
		$\Lambda$	0.58005	8.391e-07					
	SDM	(Intercepto)	11.529733	0.01047					
		SGSS_2	-0.029272	0.08160	-0.021714005	-0.011627907	0.004268035	0.5613	545.7353
		Lag. s.g.s.s.2 ( $\theta$ )	-0.006621	0.87082					
	P	0.58761	7.1755e-07						
2015- 2019	SAR	(Intercepto)	9.413387	4.894e-05					
		SGSS_2	-0.020563	0.1103	-0.004453147	-0.011627907	0.004318434	0.4565	523.6379
		P	0.56453	2.1885e-06					
	SEM	(Intercepto)	19.694166	2e-16					
		SGSS_2	-0.024361	0.06614	-0.011836261	-0.011627907	0.004323029	0.5013	522.8820
		$\Lambda$	0.58055	1.4769e-06					
	(Intercepto)	6.828565	0.02588	-0.011102720	-0.011627907	0.004327209	0.4968	524.5487	

<sup>17</sup> Un ejemplo de su interpretación para el periodo 2020 – 2021 sería: hubo un aumento de una unidad en el acceso a fuentes de agua mejoradas se asocia, en promedio, con un aumento de 0.084895 unidades en la TMI. Además, el coeficiente lambda ( $\lambda$ ) que representa la carga factorial del constructo latente (TMI), el valor es 0.10867. Esto indica la fuerza de la relación entre el constructo latente de la TMI y sus indicadores observados.

		SGSS_2	-0.024363	0.06545				
	SDM	Lag. s.g.s.s.2 (θ)	0.029961	0.28531				
		P	0.58648	1.242e-06				
		(Intercepto)	16.4555559	6.167e-08				
	SAR	SGSS_2	-0.0014289	0.9268	-0.000229519	-0.011627907	0.004308778	0.4311 528.7843
		P	0.0023281	0.98895				
		(Intercepto)	16.4933989	2e-16				
	SEM	SGSS_2	-0.0014255	0.9269	2.206191e-05	-1.162791e-02	4.308753e-03	0.4296 528.7844
		Λ	0.001694	0.99199				
		(Intercepto)	18.0884818	1.844e-05				
	SDM	SGSS_2	-0.0011505	0.9410				
		Lag. s.g.s.s.2 (θ)	-0.0209745	0.5639	0.001234502	-0.011627907	0.004304696	0.4223 530.4516
		P	0.00076903	0.99635				

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

La primera relación es entre la TMI y el SGSSS. Se hayo que para los periodos 2010-2019 el mejor modelo es el SEM, y para el periodo 2020-2021 el mejor modelo es el SAR, al momento de incorporar el proceso espacial. Por otra parte, solo se encontró evidencia de autocorrelación espacial de la TMI con sus vecinos en el periodo 2010-2014, y no encontró evidencia de relación directa entre la TMI y el SGSSS. A continuación, se observa el efecto de equilibrio del SGSSS en el modelo SAR para el periodo 2020-2021.

**Tabla 13.**

*Efecto de equilibrio SGSSS 2020-2021*

Municipio	top.sar
PINCHOTE	-0.0007574264
PALMAS DEL SOCORRO	-0.0009296211
PALMAR	-0.0010973175
JORDÁN	-0.0011397964
GUAPOTÁ	-0.0011437922
SAN JOSÉ DE MIRANDA	-0.0011618151
CONTRATACIÓN	-0.0011749649
VETAS	-0.0012094379
CABRERA	-0.0012601831
AGUADA	-0.0013440514
CEPITÁ	-0.0018307251
JESÚS MARÍA	-0.0018757752
SIMACOTA	-0.0597509510

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Se evidencia efecto de equilibrio negativo, ya que los municipios vecinos experimentan una disminución en el SGSSS como respuesta al aumento del 10% de esta variable en Bucaramanga.

**Tabla 14.**  
*% Educacion de la madre.*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
2010 – 2014	SAR	(Intercepto)	10.201199	0.0001339					
		educ_%	-0.022937	0.1857672	-0.018042144	-0.011627907	0.004273878	0.5391	545.1564
		P	0.59219	5.9405e-07					
	SEM	(Intercepto)	22.386665	2e-16					
		educ_%	-0.024208	0.1741	-0.022447925	-0.011627907	0.004274765	0.5657	545.0692
		$\Lambda$	0.58886	5.6778e-07					
	SDM	(Intercepto)	9.372250	0.02127					
		educ_%	-0.024227	0.17388	-0.022100350	-0.011627907	0.004274421	0.5636	547.0659
		Lag. e.d.% ( $\theta$ )	0.012025	0.76322					
	P	0.58964	7.261e-07						
2015- 2019	SAR	(Intercepto)	9.002293	0.0001065					
		educ_%	-0.016329	0.2452601	-0.007819916	-0.011627907	0.004321021	0.4769	524.8163
		P	0.56157	2.715e-06					
	SEM	(Intercepto)	19.218374	2e-16					
		educ_%	-0.019881	0.1743	-0.012850421	-0.011627907	0.004325628	0.5074	524.3411
		$\Lambda$	0.57098	2.1197e-06					
	SDM	(Intercepto)	6.901873	0.02507					
		educ_%	-0.020176	0.16731	-0.013057347	-0.011627907	0.004329983	0.5087	526.0391
		Lag. e.d.% ( $\theta$ )	0.028296	0.37144					
	P	0.57547	1.8202e-06						
2020 – 2021	SAR	(Intercepto)	13.562434	4.678e-06					
		educ_%	0.032047	0.0374	0.007491760	-0.011627907	0.004332984	0.3857	524.5827
		P	0.026351	0.87365					
	SEM	(Intercepto)	13.969386	2e-16					
		educ_%	0.032430	0.03548	0.0004400507	-0.0116279070	0.0043337885	0.4273	524.5388
		$\Lambda$	0.043994	0.79251					
	SDM	(Intercepto)	15.396112	7.542e-05					
		educ_%	0.033632	0.02995	0.0002408002	-0.0116279070	0.0043295505	0.4284	526.0210
		Lag. e.d.% ( $\theta$ )	-0.028541	0.45272					
	P	0.040289	0.80848						

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

En la tabla anterior se hizo el análisis univariante de la relación que hay entre el TMI y la educación de la madre, los mejores modelos fueron el SEM para el periodo 2010-2014 y el SDM

o durbin para los periodos 2015-2021. Por el lado del efecto directo, el efecto de la educación de la madre es inverso al de la TMI, por ende, niveles más altos de educación de las madres está asociado con una reducción en la TMI debido a una mejor comprensión de la salud infantil, acceso a recursos y toma de decisiones informadas., todo esto solo en el periodo 2020 – 2021, ya que en los otros periodos no hubo evidencia de relación directa entre estas variables.

Por otra parte, los modelos que mejor explicaron la dependencia espacial fueron el SEM para el periodo 2010-2014 y el SDM para el periodo 2015-2019. Para el primer periodo el parámetro lambda indica que los valores de la variable dependiente están asociados con los valores observados de la misma variable en las unidades territoriales cercanas.

Para el segundo periodo el rho o proceso autorregresivo indica que hay una fuerte dependencia espacial en las TMI entre áreas vecinas en el que los valores de la TMI están asociados con los valores observados de la misma variable en unidades territoriales cercanas, siendo similares. De igual manera, aunque puede haber cierta persistencia en las TMI a lo largo del tiempo (Efecto espacial), este efecto no es lo suficientemente fuerte como para ser considerado significativo desde el punto de vista estadístico en este periodo.

**Tabla 15.**  
*Porcentaje de nacidos vivos de madres menores de 19 años y mayores de 39 años*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
2010 – 2014	SAR	(Intercepto)	9.199262	0.0001092					
		age_moth_%	-0.050227	0.2331286	-0.02163823	-0.01162791	0.00428289	0.5608	545.4812
		P	0.60102	4.02e-07					
	SEM	(Intercepto)	21.330643	2e-16					
		age_moth_%	-0.043670	0.2887	-0.021420488	-0.011627907	0.004284725	0.5595	545.7726
		Λ	0.59468	4.6752e-07					
	SDM	(Intercepto)	9.833179	0.002727					
		age_moth_%	-0.049789	0.237190					
		Lag. a.m.% (θ)	-0.034027	0.723177	-0.016527230	-0.011627907	0.004281908	0.5298	547.3556
P		0.6049	3.8694e-07						
2015- 2019	SAR	(Intercepto)	8.430800	7.62e-05					
		age_moth_%	-0.031440	0.2898	-0.010476828	-0.011627907	0.004325041	0.493	525.0459

		P	0.55537	3.7131e-06				
		(Intercepto)	18.353341	2e-16				
	SEM	age_moth_%	-0.035521	0.2573	-0.012687163	-0.011627907	0.004329377	0.5064 524.8845
		$\Lambda$	0.56013	3.4133e-06				
		(Intercepto)	7.903369	0.0008275				
		age_moth_%	-0.035842	0.2543402				
	SDM	Lag. a.m.%( $\theta$ )	0.028736	0.6688957	-0.01267221	-0.01162791	0.00433069	0.5063 526.8662
		P	0.56135	3.4761e-06				
		(Intercepto)	17.078251	1.573e-09				
	SAR	age_moth_%	-0.037743	0.1646	-0.003396345	-0.011627907	0.004318751	0.4502 526.8834
		P	-0.0028801	0.98625				
		(Intercept)	17.031789	2e-16				
	SEM	age_moth_%	-0.037821	0.1634	-0.0002242808	-0.0116279070	0.0043185014	0.4311 526.8792
		$\Lambda$	-0.011442	0.94665				
		(Intercept)	17.921702	1.312e-08				
		age_moth_%	-0.036126	0.1864				
	SDM	Lag. a.m.%( $\theta$ )	-0.030838	0.6165	-0.002137991	-0.011627907	0.004321403	0.4426 528.6452
		P	-0.024274	0.88838				

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

En lo que respecta a la edad de la madre, no se identificó una correlación directa con la variable edad de la madre y la TMI. Pero, para los periodos 2010-2019 si se encontró evidencia de autocorrelación espacial con el modelo SAR para el periodo 2010-2014 y con el modelo SEM para el periodo 2015-2019.

El SAR se concentra en capturar la dependencia espacial entre las observaciones modelando como las observaciones de TMI están influenciadas por los vecinos, mientras que en el segundo periodo el modelo SEM a pesar de tener un enfoque de relaciones causales, nos permitió encontrar también dependencia espacial entre la TMI en áreas vecinas.

**Tabla 16.**

*% de nacidos vivos cuyas madres tuvieron menos de 4 controles prenatales*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial				AIC
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	
		(Intercepto)	15.228687	6.802e-08					
	SAR	ctrl_pre_%	0.025629	0.1977	0.007448501	-0.011627907	0.004308302	0.3857	545.7577
		P	0.025144	0.88072					
		(Intercepto)	21.030726	2e-16					
	SEM	ctrl_pre_%	-0.036432	0.3029	-0.016731727	-0.011627907	0.004305008	0.531	545.8400
		$\Lambda$	0.60338	3.987e-07					

	(Intercepto)	8.6659453	0.0007673					
	ctrl_pre_%	-0.0377184	0.2898718					
	Lag. c.p.% ( $\theta$ )	0.0011786	0.9875768	-0.015076877	-0.011627907	0.004301557	0.521	547.7574
	P	0.60333	4.0477e-07					
	(Intercepto)	7.255692	0.0005725					
	ctrl_pre_%	0.025578	0.3230307	-0.008115564	-0.011627907	0.004314502	0.4787	525.1875
	P	0.5561	3.6225e-06					
<b>2015- 2019</b>	(Intercepto)	17.113419	2e-16					
	ctrl_pre_%	0.025911	0.3327	-0.006943876	-0.011627907	0.004317899	0.4716	525.2254
	$\Lambda$	0.56324	3.6948e-06					
	(Intercepto)	7.3022031	0.001395					
	ctrl_pre_%	0.0261064	0.329712	-0.008045828	-0.011627907	0.004315474	0.4783	527.1815
	Lag. c.p.% ( $\theta$ )	-0.0040759	0.936068					
	P	0.55834	7.3414e-06					
	(Intercepto)	8.684142	0.0001373					
	ctrl_pre_%	-0.037628	0.2849717	-0.014901610	-0.011627907	0.004301317	0.5199	527.1665
	P	0.60322	3.8206e-07					
<b>2020 - 2021</b>	(Intercepto)	15.624474	2e-16					
	ctrl_pre_%	0.026238	0.1869	0.0004914758	-0.0116279070	0.0043091668	0.4268	527.1240
	$\Lambda$	0.042899	0.79878					
	(Intercepto)	16.706784	7.99e-08					
	ctrl_pre_%	0.025125	0.2051	-0.0002105104	-0.0116279070	0.0043212417	0.4311	527.9457
	Lag. c.p.% ( $\theta$ )	-0.049824	0.2681					
	P	0.025025	0.88084					

Nota: Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Finalmente, se analiza el análisis univariante entre la TMI y el porcentaje de madres que tienen al menos cuatro controles prenatales. En resumen, mientras que el modelo SEM para el periodo 2010-2014 sugiere una asociación negativa entre el porcentaje de madres con al menos 4 controles prenatales y la TMI, esta relación no es estadísticamente significativa. Por otro lado, los modelos SAR consideran la autocorrelación espacial al analizar la TMI, lo que indica la presencia de factores locales o regionales que influyen en la mortalidad infantil.

### 7.8. Resultados de modelos multivariantes

En las siguientes tablas se mostrarán los resultados obtenidos en los modelos multivariantes realizados para los periodos 2010-2014, 2015-2019 y 2020-2021. Dentro de los cuales se encontraban aquellas variables socioeconómicas: índice de pobreza multidimensional censal (*MPM01*), el logaritmo de producción per cápita (*Log prod percapita*), logaritmo de ingreso relativo (*Log ingreso\_relativ*) y el sin acceso a fuente de agua mejorada (*SAFAM\_TOT*).

**Tabla 17.**  
*Modelo espacial multivariado 2010/2014*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial			Studentized Bruch-Pagan			AIC	
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	BP	Prob		
2010 / 2014	SAR	(Intercepto)	12.624156	0.05133								
		MPM01	26.509925	1.12e-05								
		Log prod_percapita	-0.481135	0.14479								
		Log ingreso_relativ	-1.118613	0.03922		-0.0539034	-0.011627907	0.004196416	0.743	1.6071	0.8075	517.0738
		SAFAM_TOT	-0.025655	0.51239								
		P	0.43449	8.4329e-05								
	SEM	(Intercepto)	23.458787	0.0006693								
		MPM01	25.420959	0.0001547								
		Log prod_percapita	-0.474460	0.1885394								
		Log ingreso_relativ	-1.330235	0.0368891		-0.0212270	-0.011627907	0.004194765	0.5589	1.6045	0.808	521.7262
		SAFAM_TOT	-0.019032	0.6558824								
		λ	0.4613	0.0010115								
	SDM	(Intercepto)	10.407183	0.3017486								
		MPM01	23.870483	0.0005593								
		Log prod_percapita	-0.463252	0.2168731								
		Log ingreso_relativ	-1.207123	0.0697553								
		SAFAM_TOT	-0.023519	0.5878145								
		Lag. MPM01	22.981727	0.1051761		-0.0261676	-0.011627907	0.004210693	0.5886	1.5757	0.8132	521.4664
lag.log(prod_percapita)		-1.043327	0.1876667									
Lag. ingreso_relativ		-0.041085	0.9686410									
Lag. SAFAM_TOT	-0.091756	0.2484808										
P	0.34147	0.011759										

Nota. Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Según el mejor criterio de información (AIC), el mejor modelo es (SAR) y su ecuación:

$$TMI = \rho WY + \beta_1 MPM + \beta_2 \text{Log}(\text{Prod\_perc}) + \beta_3 \text{Log}(\text{Ing\_rlv}) + \beta_4 \text{Safam\_tot} + \varepsilon \quad (26)$$

Para el periodo 2010-2014 el mejor modelo fue el modelo autorregresivo espacial (SAR) al incorporar el proceso espacial en la ecuación y de igual manera tener el mejor criterio de información AIC, rechazando a su vez la hipótesis nula de autocorrelación espacial en los residuales. El hecho de que el parámetro rho sea significativo nos indica que hay dependencia espacial, que no puede ser explicada solamente por las variables del modelo, esta se puede deber a procesos espaciales inherentes a la TMI.

Por otra parte, tanto el IPM como los niveles de ingresos relativos tienen un impacto independiente en la mortalidad infantil cuando se consideran simultáneamente. El coeficiente positivo para el IPM y el coeficiente negativo para el logaritmo del ingreso relativo indican direcciones opuestas de asociación con la TMI. Por ende, áreas con mayores niveles de IPM tienen una mortalidad infantil más alta, mientras que, áreas con mayores ingresos relativos tienen una TMI más baja. Cabe aclarar que, el IPM tiene una asociación más fuerte con la TMI en comparación con el ingreso relativo.

La reorganización y fortalecimiento de los grupos armados pudieron haber llevado a un aumento de la violencia y la inseguridad en la región. Esto podría haber resultado en desplazamientos forzados de comunidades, daños a la infraestructura y restricciones en el acceso a servicios básicos como la salud y la educación, lo que a su vez podría haber aumentado el IPM y la TMI.

En este periodo las movilizaciones sindicalistas se tomaron la sede del Ministerio de Protección Social, lo que permitió se hayan implementado políticas de protección social y programas gubernamentales dirigidos a mejorar la salud y el bienestar de la población. Aunque la presencia de grupos armados y la inestabilidad política pueden haber obstaculizado el acceso a servicios básicos en algunas áreas, es posible que ciertas comunidades hayan logrado superar estas

barreras y acceder a servicios de salud y educación. Esto podría haber sido especialmente cierto en áreas con mayor desarrollo económico y recursos disponibles.

**Tabla 18.**  
*Modelo espacial multivariado 2015-2019.*

Período	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial			Studentized Breusch-Pagan		AIC	
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	BP		
2015/ 2019	SAR	(Intercepto)	8.827854	0.1563							
		MPM01	23.102530	4.255e-05							
		Log prod_percapita	-0.068873	0.8549	-0.015822906	-0.01162790	0.004272	0.5256	2.1956	0.6998	501.8459
		Log ingreso_relativ	-0.680577	0.1881							
		SAFAM_TOT	-0.028844	0.4136							
		P	0.4318	0.00015519							
	SEM	(Intercepto)	17.862291	0.0074770							
		MPM01	22.617921	0.0002646							
		Log prod_percapita	-0.033616	0.9336336	-0.011133740	-0.01162790	0.004262	0.497	2.1673	0.705	505.1130
		Log ingreso_relativ	-0.839181	0.1643761							
		SAFAM_TOT	-0.023706	0.5315343							
	SDM	Λ	0.4895	0.0003223							
		(Intercepto)	8.78226644	0.3805094							
		MPM01	21.21757757	0.0009524							
		Log prod_percapita	-0.02596136	0.9505309							
Log ingreso_relativo		-0.77842462	0.2234165								
SAFAM_TOT		-0.02604895	0.5000464	-0.01706177	-0.01162791	0.004265	0.5332	2.1671	0.7051	506.5361	
Lag. MPM01		10.60708277	0.4027901								
lag.log(prod_percapita)		-1.35057987	0.1268451								
Lag. ingreso_relativ		-0.00094583	0.9992442								
Lag. SAFAM_TOT		-0.07006419	0.3160002								
P		0.41533	0.0020334								

Nota. Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Según el mejor criterio de información (AIC), el mejor modelo es (SDM) y su ecuación:

$$TMI = \rho W y + \beta I P M I P M + \beta \text{Log}(Prod\_percap) \text{Log}(Prod\_percap) + \beta \text{Log}(Ing\_relv)$$

$$\text{Log}(Ing\_rlv) + \beta \text{Safam\_tot} \text{Safam\_tot} + \rho W' X \beta' + \varepsilon \quad (27)$$

Para el periodo 2015-2019 el mejor modelo fue el modelo de Durbin (SDM) al incorporar el proceso espacial en la ecuación, siendo aquel que mejor rechaza la hipótesis nula de autocorrelación espacial en los residuales. El valor rho fue de 0.41533, lo que sugiere una correlación espacial positiva, lo que significa que las áreas cercanas geográficamente tienden a

tener valores similares de la TMI. A diferencia del primer periodo, en el periodo que contempla a los años 2015-2019, la única variable socioeconómica que explica la TMI fue el IPM, sugiriendo que el IPM tiene un impacto significativo y positivo en la TMI, incluso después de tener en cuenta la correlación espacial. Las otras variables socioeconómicas no son significantes en el modelo.

Dentro de los acontecimientos que pudieron haber influido se encuentran: la coyuntura del páramo de Santurbán en el 2019, y las reservas de oro, bajo la ordenanza N° 09 de 2019 en la cual se crearon las provincias administrativas y de planificación de Santander. Esto permitió que Soto Norte “California, Charta, Matanza, Surata, Tona y Vélez” fueran una provincia independiente del área metropolitana. De esta manera, estos municipios podían formular proyectos y gestionar recursos con mayor facilidad que les permitiera alcanzar un mayor progreso a la región, gracias a la tradición minera que tenían arraigada y la vocación turística y artesanal de estos territorios.

De manera análoga, la explotación minera o actividades extractivas podrían tener efectos negativos en el medio ambiente, incluida la contaminación del agua y la degradación del ecosistema. Esto puede afectar la disponibilidad de agua potable y otros recursos naturales esenciales para la salud de la población, lo que a su vez podría aumentar el riesgo de enfermedades y mortalidad infantil. Además, Los proyectos de minería pueden provocar desplazamientos de comunidades locales y generar conflictos sociales. El desplazamiento forzado y la pérdida de tierras pueden generar un aumento del IPM privando a las comunidades de sus medios de subsistencia y acceso a servicios básicos.

De igual manera, acontecimientos como la movilización nacional del 2018 en busca de la educación superior tienen una relación multifacética, ya que puede estar mediada por una serie de factores políticos, económicos y sociales. La mejora de la educación superior y la movilización social pueden tener el potencial de reducir la pobreza multidimensional y mejorar la salud infantil,

pero también pueden enfrentar desafíos y obstáculos en su implementación, como: disturbios civiles o inestabilidad política que afectan negativamente la economía y los servicios sociales.

**Tabla 19.**  
*Modelo espacial multivariado 2020-2021.*

Periodo	Modelo	Coeficientes			Residuos de correlación espacial			Studentized Breusch-Pagan		AIC	
		Coef	Estimado	Prob	Moran's I	Expectativa	Varianza	Prob	BP		
2020 - 2021	SAR	(Intercepto)	14.050915	0.0003214							
		MPM01	23.249578	0.0001079							
		Log prod_percapita	0.242220	0.4854288	0.044658915	-0.011627907	0.00421989	0.1931	3.178	0.5285	508.7316
		Log ingreso_relativ	-0.341121	0.5365340							
		SAFAM_TOT	-0.043768	0.2747580							
		P	-0.12054	0.46398							
	SEM	(Intercepto)	12.212095	0.0391189							
		MPM01	21.891087	0.0001953							
		Log prod_percapita	0.300172	0.3513385	-6.793624e-05	-1.162791e-02	4.22239e-03	0.4294	3.4153	0.4909	509.2638
		Log ingreso_relativ	-0.326423	0.5320574							
		SAFAM_TOT	-0.036742	0.3272295							
	SDM	Λ	0.013049	0.94909							
		(Intercepto)	12.301991	0.209315							
		MPM01	18.774828	0.003348							
		Log prod_percapita	0.624651	0.084620							
Log ingreso_relativ		-0.878674	0.146594								
SAFAM_TOT		-0.032057	0.404173	0.020014250	-0.011627907	0.00423391	0.3134	2.8413	0.5847	504.112	
Lag. MPM01		7.266209	0.555985								
lag.log(prod_percapita)		-1.512751	0.012885								
Lag. ingreso_relativ		0.732342	0.448329								
Lag. SAFAM_TOT	-0.086939	0.203173									
P	-0.020129	0.90546									

Nota. Adaptado de lenguaje de programación R studio.

Según el mejor criterio de información (AIC), el mejor modelo es (SEM) y su ecuación:

$$TMI = \rho WYTMI + \beta IPMIPM + \beta \text{Log}(Prod\_perc) \text{Log}(Prod\_perc) + \beta \text{Log}(Ing\_rlv) \text{Log}(Ing\_rlv) + \beta \text{Safam\_tot} \text{Safam\_tot} + \varepsilon \quad (28)$$

Finalmente, en el periodo 2020-2021 el mejor modelo fue el de error espacial (SEM) al analizar la significancia de la correlación espacial de los residuales. Sin embargo, al analizar el parámetro lambda no se encontró autocorrelación espacial significativa y no hay dependencia

espacial estructural en el término de error, lo que significa que las observaciones vecinas de la TMI no están correlacionadas una con la otra después de considerar el efecto de las variables incluidas. A pesar de que no tuvo un efecto espacial el modelo de variables socioeconómicas para este periodo, se encontró un efecto directo entre el IPM y la TMI.

Por ende, áreas con mayores niveles de IPM tienen una mortalidad infantil más alta, mientras que, áreas con mayores ingresos relativos tienen una TMI más baja. Las restricciones de confinamiento y distanciamiento social provocaron una reducción de la actividad económica, el cierre de negocios y la pérdida de empleos, lo que hizo que la pobreza multidimensional afectara los ingresos y la disponibilidad de recursos económicos para las familias.

El problema de los contenedores provocó una escasez de suministros y retrasos en la cadena de suministro global, aumentándose los precios de los productos básicos y los insumos. Esto pudo haber afectado la capacidad de las familias para acceder a alimentos, medicamentos y otros bienes esenciales, lo que también podría haber aumentado la pobreza multidimensional y la inseguridad alimentaria, ya que tienen menos recursos para hacer frente a los impactos económicos y de salud de la pandemia.

## 8. Conclusiones

- Las teorías de Sen y Nussbaum se confirman plenamente, ya que la falta de capacidades impide garantizar la libertad y dificulta la satisfacción de las necesidades esenciales. Asimismo, la pobreza y el desempleo impactan negativamente en el crecimiento de los infantes, quienes no cuentan con acceso a recursos cruciales para su bienestar y desarrollo pleno. Además, se verificó que la mortalidad infantil priva a los niños de su libertad, al impedirles alcanzar metas relacionadas con la preservación de la vida. Utilizando métodos geoespaciales, se examinaron clústeres, autocorrelaciones espaciales y relaciones directas entre la tasa de mortalidad infantil (TMI) y las variables socioeconómicas.
- Se encontraron similitudes con las investigaciones de Ruiz Santacruz y Durán Gil (2013), Ribera et al. (2014), Salcedo y Ortiz (2018), y Esparza Olcina y Flores Villar (2020). Estas investigaciones coinciden en que las desigualdades sociales y las disparidades en el acceso a servicios médicos, educación y otras variables sociodemográficas están relacionadas con una mayor propensión a enfermedades, tasas de mortalidad infantil, desventajas sociales y peores condiciones de salud en niños y madres.
- El uso del índice de Moran global y local, y las simulaciones de Monte Carlo permitieron determinar el grado de autocorrelación espacial de la TMI, a partir de resultados robustos. De igual manera, la selección de los indicadores como el IPM, permitieron explicar la mortalidad infantil en aquellas familias e infantes que se encontraban en condición de pobreza. Por otra parte, los modelos SAR, SEM Y SMD permitieron conocer la presencia de relaciones espaciales y directas de la TMI con sus determinantes en los municipios que hacen parte del departamento de Santander.

- Las cifras en Santander oscilan entre cinco y once muertes infantiles por cada 1,000 nacidos vivos, mientras que, a nivel nacional, la tasa se mantiene entre 10 y 13 muertes infantiles por cada 1,000 nacidos vivos durante el periodo comprendido entre 2010 y 2021. Cabe aclarar que la tendencia de la mortalidad infantil ha tendido a la baja durante el periodo analizado.
- El 2013 fue el año con mayor TMI en los departamentos de Colombia, y dentro de sus causas se encontró la influencia de la tasa de producción agropecuaria per cápita, ya que los precios se vieron afectados por el TLC firmado y el paro nacional agrario del 2013 pudo haber generado que los costos de los insumos agrícolas aumentaran generando un impacto en la TMI.
- A nivel general, se observa un clúster de mayor TMI en la parte sur del departamento de Santander, en municipios como Sucre, Albania, La Paz, Guapota y en la parte centro-sur municipios como Hato y el Palmar. También se observa una tendencia de aumento de la TMI a medida que los municipios se alejan del centro urbano hacia las periferias. En términos generales hay una disminución de presencia de la TMI, se ven agrupaciones de altas TMI en municipios ubicados en el Suroeste de Santander, en el norte y en algunos municipios del este de la región.
- A nivel específico, en el periodo 2010 – 2019 se evaluó el índice global de Moran y se encontró una autocorrelación espacial positiva moderada, es decir, los valores similares de la TMI tienden a agruparse en el espacio. Un clúster que se encontró estaba conformado por: Bolívar, Cimitarra, La Belleza, El Peñón y Cimitarra.
- En el análisis univariante se analizó el impacto directo que tenían las variables sociales, económicas, personales y de salud frente a la TMI. Se encontró que individualmente el

logaritmo del ingreso relativo, la tasa de producción percapita agropecuaria, el índice de pobreza multidimensional, la educación de la madre y el acceso a fuente de aguas mejorada, tienen un efecto espacial de la TMI con sus vecinos durante el periodo 2010-2019. Por otra parte, las variables que aparte del efecto espacial también tuvieron un efecto directo fueron: la tasa de producción per cápita en el periodo 2015-2019, en donde un aumento en la tasa de producción agropecuaria per cápita podría estar relacionado con un aumento en la tasa de mortalidad infantil. El acceso a fuentes de agua mejorada en el mismo periodo tuvo el efecto directo, lo que quiere decir que, el acceso a fuentes de agua mejoradas tiene un efecto significativo en la TMI, lo que sugiere que mejoras en el acceso a agua potable pueden estar asociadas con reducciones en la mortalidad infantil, finalmente, el IPM, tuvo un efecto directo en el periodo 2010-2019.

- Por otra parte, con el análisis multivariante que incluía variables socioeconómicas, se encontró que para el periodo 2010–2019 hubo evidencia de correlación espacial positiva, lo que significa que las áreas cercanas geográficamente tendían a tener valores similares de TMI. En cuanto al efecto directo, para el periodo 2010-2014, tanto el IPM como los niveles de ingresos relativos tienen un impacto directo en la mortalidad infantil cuando se consideran simultáneamente.
- Sin embargo, para el periodo 2015-2019, la única variable socioeconómica que explicó la TMI fue el IPM, lo que indicaba que en áreas con mayores niveles de IPM había una mortalidad infantil más alta. Dentro de las principales causas de este efecto se encuentra la reorganización y fortalecimiento de los grupos armados, disponibilidad de agua potable y otros recursos naturales esenciales para la salud de la población, lo que a su vez podría aumentar el riesgo de enfermedades y mortalidad infantil.

- Para el periodo 2020-2021 no se encontró evidencia de que la TMI esté influenciada por la ubicación geográfica de las áreas. En otras palabras, no importa dónde ocurran los eventos, como la mortalidad infantil, no parece haber un patrón predecible en cómo estos eventos están distribuidos geográficamente o cómo se relacionan entre sí en el espacio. Sin embargo, si se encontró un efecto directo, esto puede deberse a las medidas de confinamiento y distanciamiento social que provocaron una disminución de la actividad económica, el cierre de empresas y la pérdida de empleos, lo que hizo que la pobreza multidimensional afectara los ingresos y el acceso a los recursos económicos de las familias.
- La aplicación de modelos de interdependencia multivariados tipo Durbin o SDM reveló una tendencia hacia una mayor descentralización gubernamental en el período 2010-2021. Se observó una disminución en la integración previamente evidenciada, posiblemente atribuible a las políticas de ordenamiento territorial implementadas en Santander, las cuales regularon el uso del suelo y el desarrollo urbano y rural en la región.
- Finalmente, este estudio resalta la relevancia de identificar los determinantes socioeconómicos que influyen en la TMI. Estos hallazgos son fundamentales para orientar la toma de decisiones dirigidas a proteger la vida y promover el desarrollo saludable de los niños. Es esencial que los organismos de salud, desarrollo social y económico, así como los organismos internacionales y las organizaciones no gubernamentales, consideren estos resultados al diseñar e implementar políticas y programas destinados a mejorar las condiciones de vida de la población infantil.

## 9. Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones para los periodos posteriores al 2021, con el fin de evaluar como se ha comportado la tendencia y las distribuciones espaciales de la TMI en los municipios de Santander postpandemia.
- Para futuras investigaciones, se recomienda complementar el análisis con otras técnicas, como la autocorrelación espacial geográficamente ponderada (GWR). Esta técnica examina cómo cambian las relaciones espaciales entre variables en diferentes ubicaciones del espacio. Además, se centra en cómo estas relaciones espaciales varían en diferentes partes del área de estudio, lo que lo diferencia del índice local de Moran, que se utiliza principalmente para identificar patrones de agrupamiento espacial local en los datos.
- Se sugiere evaluar los efectos del conflicto con grupos armados en el 2013, incluyendo la reclusión de niños por parte de estos grupos, así como el impacto en cifras de asesinatos, violencia sexual y otros crímenes dirigidos a esta población vulnerable., para de esta manera, tener diferentes enfoques que posiblemente esten relacionados con las altas TMI de este periodo.
- Se recomienda usar el modelado de enfermedades mediante sistemas de información geográfica (SIG), ya que se podría utilizar para identificar áreas geográficas con mayor incidencia de mortalidad infantil y explorar posibles factores ambientales, socioeconómicos y de acceso a la salud que podrían estar contribuyendo a esta tendencia. Esto te permitiría generar mapas de riesgo y proporcionar información valiosa para la planificación de intervenciones de salud pública dirigidas a reducir la TMI en áreas específicas.

- Se sugiere que para las posibles intervenciones que se realicen con el fin de ayudar a reducir la TMI, se tengan en cuenta los siguientes criterios: proporcionar apoyo financiero y social a familias de bajos ingresos, incluyendo subsidios de alimentación, vivienda y educación, así como programas de capacitación laboral y oportunidades de empleo, invertir en infraestructura para mejorar el acceso a agua potable segura y saneamiento básico en comunidades rurales y urbanas pobres, lo que puede reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua y mejorar la salud infantil.
- Es necesario establecer mecanismos de seguimiento y valoración para medir el efecto de las intervenciones y políticas implementadas en la reducción de la mortalidad infantil.
- Finalmente, se deben adaptar las intervenciones y políticas a las necesidades específicas de cada municipio, involucrando a múltiples partes interesadas y garantizando la sostenibilidad a largo plazo de las acciones implementadas.

### Referencias Bibliográficas

- Abrar ul haq, M., Jali, M. R. M., & Islam, G. M. N. (2018). Assessment of the role of household empowerment in alleviating participatory poverty among rural household of Pakistan. *Quality & Quantity*, 52, 2795-2814.
- Agudelo Ibañez, D. R. (2019). Mortalidad por desnutrición infantil en menores de 5 años y sus determinantes a nivel municipal en Colombia, 1998-2016. *Revista de Salud Pública*, 21(1), 1-10.
- Akresh, R., Lucchetti, L., & Thirumurthy, H. (2012). Wars and child health: Evidence from the Eritrean–Ethiopian conflict. *Journal of development economics*, 99(2), 330-340.
- Alcaldía de Bucaramanga, & Secretaría de Salud y Ambiente de Bucaramanga. (2017). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud. <https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2021/04/Analisis-de-Situacion-de-Salud-con-el-Modelo-de-los-Determinantes-Sociales-De-Salud-2017-15abril2018.pdf>
- Alkire, S. (2013). El desarrollo humano y el método de las capacidades (o capabilidades). *Presentación, Managua: OPHI University of Oxford*. Recuperada de: [http://www. ophi. org. uk/wp-content/uploads/SS13-CA-Introen-esp% C3% B1ol. pdf](http://www.ophi.org.uk/wp-content/uploads/SS13-CA-Introen-esp%C3%B1ol.pdf). Chicago
- Alkire, S., Nogales, R., Quinn, N. N., & Suppa, N. (2021). Global multidimensional poverty and COVID-19: A decade of progress at risk? *Social Science & Medicine*, 291, 114457.
- Angulo, R., Díaz, Y., Pardo, R., & Riveros, Y. (2011). *Índice de pobreza multidimensional para Colombia*. Recuperado de <http://www.dnp.gov.co/PORTALWEB/LinkClick.aspx>.
- Anselin, L. (2010). Thirty years of spatial econometrics. *Papers in regional science*, 89(1), 3-26.
- Ardiles, F. (2008). Apuntes sobre la pobreza y su cultura. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 1(2), 127-137.

- Avila Buelvas, A. A. (2020). Análisis geodemográfico de la mortalidad infantil en la Región Caribe colombiana 2016.
- Awan, M. S., Malik, N., Sarwar, H., & Waqas, M. (2011). Impact of education on poverty reduction.
- BBC Mundo. (2011, 13 de septiembre). Estados Unidos registra los peores niveles de pobreza en casi dos décadas. Recuperado de [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/09/110913\\_eeuu\\_pobreza\\_censo\\_en](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/09/110913_eeuu_pobreza_censo_en).
- Biggeri, M., & Cuesta, J. A. (2021). An integrated framework for child poverty and well-being measurement: Reconciling theories. *Child Indicators Research*, 14(2), 821-846.
- Boltvinik, Julio. B1990b. 'Towards an alternative indicator of development', in Desai, Sen and Boltvinik, 1990.
- Boltvinik, J. (1996). Poverty in Latin America: A critical analysis of three studies. *International Social Science Journal*, 48(148), 245-260.
- Boltvinik, J. (2003). Conceptos y medición de la pobreza: la necesidad de ampliar la mirada. *Papeles de población*, 9(38), 9-25.
- Boltvinik, J. (2005). Ampliar la mirada: un nuevo enfoque de la pobreza y el florecimiento humano. *Papeles de población*, 11(44), 9-42.
- Bonet, J., & Urrego, J. (2014). Documentos de trabajo sobre economía regional. *La matriz insumo-producto del caribe colombiano*.
- Carrero Latorre, A. L. (2020). Pobreza multidimensional infantil en Colombia: ¿Es necesario un instrumento de focalización específico para la niñez?
- CEER. (2014). Documentos de trabajo sobre economía regional: Estimación indirecta de la tasa de mortalidad infantil en Colombia, 1964-2008. Cartagena: Banco de la República.

CEPAL, N. (2011). Mortalidad en la niñez: una base de datos de América Latina desde 1960.

Cervantes Carson, A. (1989). En busca de la explicación (variables socioeconómicas en el estudio de la mortalidad en la niñez). *Investigación multidisciplinaria de la mortalidad y morbilidad en niños menores de cinco años (Primer Seminario de Demografía Formal)*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Multidisciplinarias, 65-80.

Colección metodologías estadísticas. (2000, julio). *Metodología para el Cálculo de los Indicadores de Mortalidad*. Recuperado de <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/mortalidad01.pdf>.

Córdoba Perozo, M. F. (2012). *Modelación espacial de la mortalidad infantil, el período postnatal de cribado y el volumen de atención hospitalaria en Colombia* (Doctoral dissertation).

DANE. (2022). *Índice de precios al consumidor – informe mensual: Información técnica*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>

DANE. (2022). *Pobreza multidimensional en Colombia. Boletín técnico pobreza multidimensional*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/pobreza/2022/bol-pobreza-multidimensional-2022.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2022/bol-pobreza-multidimensional-2022.pdf).

De La G., M. A., & Ruvalcaba L., J. C. (2020). La salud y sus determinantes, promoción de la salud y educación sanitaria. *Journal of negative and no positive results*, 5(1), 81-90.

Delgado, P. (2014). Incidencia de la pobreza en Colombia: un análisis para los municipios del Andén Pacífico (Doctoral dissertation, tesis de grado, Universidad del Valle). <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7145/1/0461996-p.pdf>.

Dhongde, S., & Haveman, R. (2022). Spatial and temporal trends in multidimensional poverty in the United States over the last decade. *Social Indicators Research*, 163(1), 447-472.

- Espíndola, E., Sunkel, G., Murden, A., & Milosavljevic, V. (2017). *Medición multidimensional de la pobreza infantil: una revisión de sus principales componentes teóricos, metodológicos y estadísticos*.
- Feres, J. C., & Mancero, X. (2001). El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. Cepal.
- Gallardo, M. (2022). Measuring vulnerability to multidimensional poverty with Bayesian network classifiers. *Economic Analysis and Policy*, 73, 492-512.
- García Jaramillo, S., Ritterbusch, A. E., Bautista Hernández, E. R., Mosquera González, J. P., & Martín, T. (2014). Análisis de la pobreza multidimensional en niños, niñas y adolescentes en Colombia: metodología y principales resultados. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Getis, A., & Ord, J. K. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical analysis*, 24(3), 189-206.
- Gonzalvo-Cirac, M. (2015). ¿Por qué descendió tanto la mortalidad infantil en Tarragona, provincia de Cataluña (España)?: El ejemplo del doctor Frías i Roig (Reus, 1878-1963). *Población y Salud en Mesoamérica*, 13(1), 186-217.
- Gracia-Arnaiz, M. (2022). *The precarisation of daily life in Spain: Austerity, social policy and food insecurity*. *Appetite*, 171, 105906.
- Griffith, D. A. (2012). *Advanced spatial statistics: special topics in the exploration of quantitative spatial data series* (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
- Guadix, B. R., Ríos, P. D., Mondéjar, F. P., Torres, E. H., Sáiz, I. C., Miralles, A. M., ... & Alcalá, J. A. C. (2022). Influencia de los factores socioeconómicos en el acceso a las técnicas de reproducción asistida. *Medicina Reproductiva y Embriología Clínica*, 9(1), 100111.
- Guichot Reina, V. (2015). El " enfoque de las capacidades" de Martha Nussbaum y sus consecuencias educativas: hacia una Pedagogía socrática y pluralista. *Teoría de la educación*, 27, 45-70.

- Haining, R. P. (2003). *Spatial data analysis: theory and practice*. Cambridge university press.
- Jaramillo Mejía, M. C. (2016). Situación de la mortalidad infantil en Colombia.
- Kaempffer, A., & Medina, E. (2006). *Mortalidad infantil reciente en Chile: Éxitos y desafíos*. *Revista chilena de pediatría*, 77(5), 492-500.
- Keynes, J. M. (2014). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Fondo de cultura económica.
- Laverde, H., Ríos, J. J. G., & Garzón, A. S. (2020). Género y grupo étnico: Condicionantes de la pobreza infantil en Colombia. *Revista de ciencias sociales*, 26(2), 69-94.
- LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. Chapman and Hall/CRC.
- Longhi, H. F. (2011). Cambios y Tendencias de La Mortalidad Infantil en el Norte Grande Argentino durante la década del noventa.
- Longhi, F. (2013). Pobreza y mortalidad infantil: Una aproximación teórica al estudio de sus relaciones. *Andes*, 24(2), 00-00.
- Lopez, I., & Legue, M. (2022). Comer, jugar y amar: Tres ingredientes críticos para el neurodesarrollo. Chile.
- Mercado, C. G., & Adarme, X. V. (2016). Una aproximación a la pobreza desde el enfoque de capacidades de Amartya Sen. *Provincia*, (35), 99-149.
- Milei, J. G. (2018). *Desenmascarando la mentira keynesiana: Keynes, Friedman y el triunfo de la Escuela Austriaca*. Unión Editorial.
- Minujin, A., Delamonica, E., Davidziuk, A., & Gonzalez, E. D. (2006). The definition of child poverty: a discussion of concepts and measurements. *Environment and urbanization*, 18(2), 481-500.

- Mogollón Pastrán, S. C. (2016). *Mortalidad infantil: causas y determinantes sociales en municipios fronterizos de Colombia, estudio ecológico de análisis y tendencia* (Doctoral dissertation).
- Musiwa, A. S. (2019). Multidimensional child poverty in Zimbabwe: Extent, risk patterns and implications for policy, practice and research. *Children and Youth Services Review*, 104, 104398.
- Naciones Unidas. (1 de julio de 2014). En Colombia, 342 menores fueron separados de grupos armados en 2013. Office of the Special Representative of the Secretary-General for Children and Armed Conflict.
- Network, M. P. P. (2021). Multidimensional Poverty Peer Network (MPPN).
- Nussbaum, M. C. (2011). *Creating capabilities: The human development approach*. Harvard University Press.
- ONU. (2016, 10 de abril). Unos 385 millones de niños viven en pobreza extrema, según UNICEF y el Banco Mundial. Noticias ONU. Mirada Global Historias Humanas (blog). Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2016/10/1366001>.
- Organización Panamericana de la Salud. (10 de enero de 2023). Un informe de las Naciones Unidas revela que un niño o un joven murió cada 4,4 segundos en 2021. Recuperado de <https://www.paho.org/es/noticias/10-1-2023-informe-naciones-unidas-revela-que-nino-joven-murio-cada-44-segundos-2021>
- Organización Panamericana de la Salud. (2 de febrero de 2022). Cerca de 255 bebés menores de un mes mueren a diario en América Latina y Caribe. Recuperado de <https://www.noticiasrcn.com/salud-y-bienestar/cerca-de-255-bebes-menores-de-un-mes-mueren-a-diario-en-america-latina-y-caribe-segun-ops-403891>.
- Ortiz, A. A., & Toledo, A. C. M. (2006). Asistencia respiratoria mecánica a niños con **muy** bajo peso al nacer. *Medisan*, 10(2).

- Ortiz, G. D., Navarro-Vargas, J. R., & Eslava-Schmalbach, J. (2013). Inequidad en el sistema de salud: el panorama de la analgesia obstétrica. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 41(3), 215-217.
- Oviedo J., Valencia R., & De la ossa M. F. (2021). *Informes de Estadística Sociodemográfica aplicada*. DANE. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/informes-estadisticas-sociodemograficas/2021-09-23-Determinantes-factores-asociados-tasa-mortalidad-infantil-dptl-mpal.pdf>.
- Palacios, T. E. S., & Rico, A. F. O. (2018). Análisis espacial de la tasa de mortalidad infantil. Implementación de modelos de regresión espacial. *Ciencia Digital*, 2(4.1.), 154-175.
- Pastrán, S. C. (2016). Mortalidad Infantil: Causas y Determinantes Sociales en Municipios Fronterizos de Colombia. Estudio Ecológico de Análisis y Tendencia. Bogotá.
- Perazzo. (2011.). Determinantes macroeconómicos de la mortalidad infantil en Uruguay. (Serie Documentos de Trabajo / FCEA-IE; DT12/11). UR. FCEA-IE.
- Riquelme, S. F., & Llamas, C. C. (2011). La política social. Presupuestos teóricos y horizonte histórico. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 50(1), 1-46.
- Rojas Botero, M. L. (2021). Desigualdades territoriales en la mortalidad potencialmente evitable de niños menores de cinco años. Colombia, 2000-2019.
- Rojas-Botero, M. L., Fernández-Niño, J. A., & Borrero-Ramírez, Y. E. (2022). Unacceptable persistence of territorial inequalities in avoidable under-five mortality in Colombia between 2000 and 2019: a multilevel approach. *Public Health*, 213, 189-197.
- Ruiz-Santacruz, J., & Gil, C. A. D. (2013). *Análisis espacial multitemporal de la tasa de mortalidad infantil municipal en Colombia* (No. 12670). Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE.

- Sachs, J. D. (2005). *The end of poverty: Economic possibilities for our time*. New York, NY: Penguin Books.
- Salcedo Palacios, T. E., & Ortiz Rico, A. F. (2018). Análisis espacial de la tasa de mortalidad infantil. Implementación de modelos de regresión espacial. *Ciencia Digital*, 2(4.1), 154-175.
- Sánchez Céspedes, L., Amaya Cruz, G., & Oviedo Mozo, J. (2021). *Informes de estadística sociodemográfica aplicada*. Bogotá: DANE.
- Sandoval, A. S. A. (2016). Impacto de la tecnología en la utilización de las Bibliotecas Municipales en los distritos de Lima Metropolitana: El caso de San Borja. *Pontificia Universidad Catolica del Peru* (Peru).
- Sen, A. (1997). *Resources, values and development*. Harvard University Press.
- Sen, A. (2000). *Desarrollo y libertad*, Buenos Aires, Planeta. Tejada, Gabriela y Jean-Claude Bolay (2005), “*Impulsar el desarrollo a través de la circulación del conocimiento: una mirada distinta a las migraciones de los mexicanos altamente calificados*”, *Global Migration Perspectives*, 51.
- Sen, A. (s/f). *Desarrollo y libertad*. Palermo.edu. Recuperado el 16 de octubre de 2023, de <https://www.unipa.it/target/international-students/en/>.
- Šoltés, E., Komara, S., & Šoltésová, T. (2023). Exploration of poverty and social exclusion of Slovak population via contrast analysis associated with logit models. *Quality & Quantity*, 57(6), 5079-5105.
- Steiger, J. H. (1990). *Structural model evaluation and modification: An interval estimation approach*. *Multivariate behavioral research*, 25(2), 173-180.
- Thomas, F., & Boyden, J. (2003). *Los niños y la pobreza: una revisión de literatura y pensamiento contemporáneos sobre los niños y la pobreza*. Richmond.

- Ullman, J. B., & Bentler, P. M. (2012). *Structural equation modeling*. Handbook of Psychology, Second Edition, 2.
- UNICEF. (2005). Pobreza infantil en países ricos 2005. UNICEF Office of Research.
- UNICEF. (9 de enero de 2023). Unicef. Recuperado de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/un-informe-de-las-naciones-unidas-revela-que-un-niño-o-un-joven-murió-cada-44>
- Urdinola, B. P. (2011). Determinantes socioeconómicos de la mortalidad infantil en Colombia, 1993. *Revista colombiana de estadística*, 34(1), 39-72.
- Uriel, E., & Muñiz, M. (1998). *Estadística Económica y Empresarial: teoría y ejercicios*. AC.
- Vélez-Arango, A. L. (2015). El derecho a la salud: una visión a partir del enfoque de capacidades. *Revista facultad nacional de salud pública*, 33(1), 93-100.
- Villegas Giraldo, J. A. (2019). Pobreza, capacidades y mortalidad infantil en Colombia: una aproximación espacial desde el enfoque de las capacidades a las inequidades en salud en la infancia.

## Anexos

### Apéndice A. Correo electrónico con aprobación para ponencia

4/12/24, 12:06 PM Gmail - Aceptación Resumen 4° SIMPOSIO INTERNACIONAL "GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE...



medic life <mediclifeeee@gmail.com>

#### Aceptación Resumen 4° SIMPOSIO INTERNACIONAL "GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE" - TERRITORIO Y PAZ

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales, Políticas y Organizacionales del Sur-CESPOSUR <cesposur@usco.edu.co>  
Para: mediclifeeee@gmail.com

11 de marzo de 2024, 18:49

Neiva, Huila, Colombia, 11 de marzo de 2024

Estimado  
**Juan Sebastian Herrera Sanchez**  
Universidad Industrial de Santander

Cordial saludo,

Por medio del presente correo nos permitimos comunicarle que, el resumen propuesto con el título "Análisis espacial de la mortalidad infantil en condiciones de pobreza en el departamento de Santander (2010 -2021)" fue **ACEPTADO** por el Comité Científico Académico para su presentación en el Eje Temático "Procesos, políticas públicas y territorio", en el marco del 4° Simposio Internacional "Gestión del Conocimiento, Economía y Medio Ambiente para el Desarrollo Sostenible" - Territorio y Paz a desarrollarse el 9 y 10 de mayo de 2024, en la Ciudad de Neiva, Huila, Colombia.

De igual forma y teniendo en cuenta los términos de referencia de la convocatoria y lineamientos, recordamos que el cierre de recepción de documento extenso es el **viernes 29 de marzo de 2024 a las 12:00P.M (Hora Colombia)**, escribir en formato adjunto.

**IMPORTANTE:** Los textos deberán remitirse por correo electrónico en formato word a esta dirección: [cesposur@usco.edu.co](mailto:cesposur@usco.edu.co)

El artículo debe ser organizado en el formato diseñado en word adjunto en este correo (POR FAVOR TENER EN CUENTA ESTE NUEVO FORMATO ADJUNTO)

Esperamos contar con su valiosa presencia y compartir sus experiencias entre colegas; asimismo, deseamos sea un espacio para intercambiar conocimientos relacionados con la temática del evento.

-  
Cordialmente,

**PATRICIA GUTIERREZ PRADA**  
Coordinadora Centro de Investigaciones CESPOSUR  
Facultad de Economía y Administración  
Universidad Surcolombiana  
Neiva, Huila. Colombia  
Tel: 8754753 Ext. 4118

Proyectó:  
Dayana Castro  
Profesional de Apoyo



<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=24ff3eee8d&view=pt&search=all&permmsgid=msg-f:1793275696563575667&simpl=msg-f:1793275696563575667> 1/2

Figura 23. Correo aceptación ponencia en la universidad sur colombiana.

4/28/24, 11:28 PM Gmail - AGENDA 4° SIMPOSIO INTERNACIONAL "GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE PARA ...



medic life <mediclifeee@gmail.com>

## AGENDA 4° SIMPOSIO INTERNACIONAL "GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE" - TERRITORIO Y PAZ 2024

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales, Políticas y Organizacionales del Sur-CESPOSUR 25 de abril de 2024, 11:45  
<cesposur@usco.edu.co>  
Cco: mediclifeee@gmail.com

Cordial saludo estimados ponentes,

De manera atenta compartimos agenda o programación del **4° Simposio Internacional "Gestión del Conocimiento, Economía y Medio Ambiente para el Desarrollo Sostenible" - Territorio y Paz**, el cual se desarrollará el próximo 9 y 10 de mayo de 2024, de forma presencial en la ciudad de Neiva, Huila, Colombia (con opción virtual para algunos ponentes y asistentes).

**JUEVES Y VIERNES (9 Y 10 DE MAYO DE 2024)**  
**Hora: 8:00am a 12:00m y 2:00pm a 6:00pm (HORA COLOMBIA)**

En la agenda adjunta podrán verificar la hora y día asignado para su presentación, así como algunas indicaciones importantes para su participación. Esperamos nos acompañen a lo largo de todas las jornadas. Agradecemos llegar al auditorio o sala 15 minutos antes de la hora prevista de inicio de cada jornada, con el fin de verificar la asistencia.

*\*Nota: Es importante resaltar que esta agenda, puede sufrir leves modificaciones teniendo en cuenta algunos imprevistos que se puedan presentar. Cualquier cambio a ajuste será notificado.*

De antemano agradecemos su amable apoyo con nuestro evento, el cual esperamos sea un éxito con sus intervenciones.

Cualquier duda o novedad estamos atentos a resolverla. ¡Los esperamos!

—

Cordialmente,

**PATRICIA GUTIERREZ PRADA**  
Coordinadora Centro de Investigaciones CESPOSUR  
Facultad de Economía y Administración  
Universidad Surcolombiana  
Neiva, Huila. Colombia  
Tel: 8754753 Ext. 4118

Proyectó:  
María Isabel Guzmán Murcia  
Profesional de Apoyo



Síguenos en:

Figura 24. Correo de agendamiento para la sustentación en el simposio internacional



**Salón 1. Procesos, políticas públicas y territorio**

JORNADA TARDE		
HORA	PONENCIA	AUTORES
2:00p.m – 2:20p.m	Pobreza Y Mortalidad Infantil: Análisis De Santander	Juan Sebastián Herrera Sánchez
2:20p.m – 2:40p.m	Evaluación estructural del entorno hogar: El caso de la primera infancia en Neiva	Fabián Adames Gloria Chavarro Sandra Barreto Yeni Paola Gutiérrez
2:40p.m – 3:00p.m	Estado Del Arte De La Política Pública Del Turismo Para El Periodo 2005 – 2020	Iván Ramos Mamián David Alejandro Vargas Gerardo Andrés Pastrana José Alberto Rozo Ruiz Sergio Alexander Santos
3:00p.m – 3:20p.m	Explorando las oportunidades del Turismo Sostenible en el Huila, Colombia: un análisis desde la Política Nacional	María del Pilar Sánchez José Jardani Giraldo Uribe
3:20p.m – 3:40p.m	Impacto económico y social por emergencias y desastres en la Ciudad de México, 2019 y 2020: La pandemia	Alma Susana Mungaray Lagarda
3:40p.m – 4:00p.m	Desarrollo Local Y Organismos De Acción Comunal En Paicol, Huila, Colombia.	Patricia Gutiérrez Prada Germán Darío Hémbuz Leidy Yurany Chavarro
4:00pm – 4:20pm	<b>Coffee break</b>	
4:20pm – 4:40pm	Gobernanza Turística: Un Análisis De Los Elementos De La Gobernanza En El Contexto Socioeconómico, Político Y Organizacional Del Sector Hotelero Del Municipio De San Agustín-Huila Para El Año 2024	Dayana Estefanny Salamanca Córdoba Luisa Constanza Trujillo Rojas
4:40pm – 5:00pm	De Lo Normativo Al Hecho, Análisis De La Gestión De Residuos En México: Municipio De Los Reyes La Paz	Moisés Morales Otero
5:00pm – 5:20pm	Política Publica Ambiental: análisis social y cultural de las cuencas hidrográficas de las quebradas el Neme y Yalcon del municipio de Neiva, Huila, Colombia.	Angiela Cristina Romero Patricia Gutiérrez Prada
5:20pm – 5:40pm	La gestión integral del recurso hídrico en Neiva, oportunidades del modelo de Gobernanza Digital para el Municipio de Neiva	Germán Darío Hémbuz Falla

Organizan:



Figura 25. Asignación de hora y salón para la sustentación en el simposio internacional.

Apéndice B. Principales artículos investigado

Tipo de dato	metodología e indicadores	propósito	Base de datos	Fuente
<b>Incidencia de la pobreza en Colombia: Un análisis para los municipios del andén pacifico</b>				
Corte transversal, Municipios de Colombia 2005 - 1080 Obs	regresión logística, Modelo dicotómico Logit	Analizar los factores "inversión pública en la educación, salud, índice de transparencia e ingresos municipales" asociados a la incidencia de la pobreza en los municipios del andén pacifico colombiano.	Base de datos del instituto de Agustín Codazzi, DNP, Federación colombiana de municipios, Ministerio de educación nacional, Transparencia por Colombia, Infraestructura colombiana de datos DANE.	Delgado, P. (2014). Incidencia de la pobreza en Colombia: un análisis para los municipios del Andén Pacífico (Doctoral dissertation, tesis de grado, Universidad del Valle). <a href="http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7145/1/0461996-p.pdf">http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7145/1/0461996-p.pdf</a>
<b>Un análisis multinivel de los factores asociados a la mortalidad infantil en Haití, 2016-2017</b>				
Muestra probabilística estratificada	Regresión logística multinivel de dos niveles:	Análisis multinivel de los factores de riesgo asociados a la mortalidad infantil en Haití.	encuesta de morbilidad, mortalidad y utilización de servicios (EMMUS) 2016 – 2017,	Romero García, L. I., & Puente Saní, V. (2023). Condiciones de vida en situaciones excepcionales y su influencia en la mortalidad infantil: hallazgos de referencia. <i>Medisan</i> , 27(3).
Transversal	Con factores individuales y del hogar, modelo de regresión logística multinivel, análisis descriptivo univariado y bivariado  Con factores comunitarios, para abordar los factores asociados al riesgo de fallecer de los niños durante el primer año de vida en Haití.		encuestas demográficas y de salud (EDS)  Base muestral para la EMMUS es el censo general de población y hábitat 2003	

<b>Género y Grupo étnico: Condicionantes de la pobreza infantil en Colombia</b>				
Transversal	Indicador sintético de pobreza por medio de un sistema de ecuaciones estructurales. Los conceptos se emplearon a partir de indicadores observables que caracterizaron las privaciones en los hogares y niños.	Analizar los determinantes de la pobreza infantil en Colombia y observar si existen diferencias por género o grupo étnico.	Datos de sección cruzada de la encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2016 del DANE.	Laverde, H., Ríos, J. J. G., & Garzón, A. S. (2020). Género y grupo étnico: Condicionantes de la pobreza infantil en Colombia. Revista de ciencias sociales, 26(2), 69-94.
Muestra de 22.893 hogares	PLS-PM, Alkire y Foster, regresiones por MCO, Re-muestreo sin reemplazo			
<b>Mortalidad Infantil: Causas y Determinantes Sociales en Municipios Fronterizos de Colombia. Estudio Ecológico de Análisis y Tendencia</b>				
Estudio ecológico de tipo transversal	relacionar la frecuencia de un evento en salud, con la frecuencia de una característica, entre diferentes grupos de población (37), independientemente de la composición individual o distribución del supuesto factor en tales grupos.	Describir la tendencia de la MI, las principales causas registradas y el comportamiento de los determinantes sociales en los municipios fronterizos de Colombia durante los años 2005 a 2011.	TMI ajustada del DANE, Municipios que registraron casos de muerte en la fuente de estadísticas vitales	Mogollón Pastrán, S. C. (2016). Mortalidad infantil: causas y determinantes sociales en municipios fronterizos de Colombia, estudio ecológico de análisis y tendencia (Doctoral dissertation).
información de registros rutinarios, encuestas y estudios de instituciones del Estado y otras de orden internacional	regresión lineal simple para cada una de las unidades de análisis, análisis de Clúster: algoritmos de partición y algoritmos jerárquicos  Modelos para los determinantes estructurales, determinantes intermedios y determinantes intermedios salud, modelo de regresión beta.			

Estimación indirecta de la tasa de mortalidad infantil en Colombia, 1964-2008				
Serie de tiempo	método indirecto Brass con las variaciones de Trussell y Coale-Trussell	Entender la dinámica de la TMI durante el periodo 1964-2008	Microdatos censales, Encuesta de prevalencia, demografía y salud	Acosta-Ordoñez, K. (2014). Estimación indirecta de la tasa de mortalidad infantil en Colombia, 1964-2008. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 199.
	método retrospectivo de Somoa- Rutstein		Encuesta de calidad de vida, Minnesota population center	
Encuesta nacional de demografía y salud				
Corporación centro regional de población, Measure DHS				
Pobreza en la infancia: enfoques y aproximaciones conceptuales				
Base de datos transversal	línea tradicional de pobreza y Alkire y Foster	Estudios empíricos de la pobreza infantil en Colombia	DNP	Laverde Rojas, H., Gómez Ríos, J. J., & Sellamén Garzón, A. (2019). Pobreza en la infancia: enfoques y aproximaciones conceptuales. Equidad y desarrollo, 1(33), 63-87.
análisis de la situación de la pobreza infantil en Colombia				
Serie de tiempo, transversal	IPM-N	Desarrollar una medición de la pobreza multidimensional infantil para la generación de conocimiento acerca de las condiciones de vida de los niños		García, S., Ritterbusch, A., Martín, T., Bautista, E., & Mosquera, J. P. (2013). Análisis de la situación de la pobreza infantil en Colombia. Notas de Política N 14. Escuela de Gobierno y CEDE.

análisis de la pobreza multidimensional en niños, niñas y adolescentes en Colombia: metodología y principales resultados.				
HOGARES - Transversal	Alkire Foster IPM-N: 1 etapa. definición para identificar quienes están en condición de pobreza, y la 2 etapa. Agregar la información para estimar no solamente cuantas personas están en esta condición, sino que tan pobres son los pobres	diseño de una medición de pobreza multidimensional infantil basado en las condiciones de vida de los NNA colombianos	Encuesta nacional de calidad de vida	Garcia, S., Ritterbusch, A., Bautista, E., Mosquera, J. P., & Martín, T. (2014). Análisis de la pobreza multidimensional en niños, niñas y adolescentes en Colombia: metodología y principales resultados (No. 17690).
	métodos cuantitativos y cualitativos, estimaciones estandarizadas		Encuesta nacional de demografía y salud ENDS	
UNA APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA POBREZA EN LA INFANCIA A TRAVÉS DEL ENFOQUE DE DERECHOS EN LA SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN SOCIAL DE BOGOTÁ D.C				
Se consolidan los datos por categorías y localidad, de acuerdo al registro de la base de datos.	Enfoque de derechos	Incidencia de la Política Pública de Primera Infancia de la Ciudad de Bogotá D.C. con enfoque de derechos en la disminución de la pobreza y garantía de derechos para la población participante del Proyecto 7351 de la Subdirección para la Infancia de la SDIS.	Propia	Rojas Cajamarca, L. Á. Una aproximación al análisis situacional de la pobreza en la infancia a través del enfoque de derechos en la secretaría de Integración Social de Bogotá DC.

<b>Pobreza multidimensional infantil en Colombia. Es necesario un instrumento de Focalización específica para la niñez.</b>				
16 variables a nivel individual, 31 a nivel de hogar y 4 geográficas	índice de pobreza multidimensional infantil - En base a Alkire Foster	Establecer si el Sisbén logra identificar a los niños, niñas y adolescentes - NNA - multidimensionalmente pobres. Probabilidad conjunta de ser pobre por Sisbén o ser multidimensionalmente pobre	Muestra representativa de 100.000 hogares de la base de datos de Sisbén versión III - Sisbén: Sistema de identificación de potenciales beneficiarios de programas sociales.	Carrero Latorre, A. L. (2020). Pobreza multidimensional infantil en Colombia: ¿es necesario un instrumento de focalización específico para la niñez?
Transversal me imagino - por hogar	Modelo probabilístico univariado, probit bivariado			
<b>SITUACION DE LA MORTALIDAD INFANTIL EN COLOMBIA</b>				
Estudio retrospectivo de corte transversal	análisis univariado y multivariado, análisis descriptivo, de tendencias y relaciones causales, regresión exponencial, ecuaciones simultaneas, probit ODS ratio.	Estudiar los determinantes de la mortalidad infantil en Colombia y analizar el efecto que sobre ello puede tener el sistema de seguridad social en salud y la disponibilidad de los servicios de salud, teniendo en cuenta las diferencias interregionales y las características y condiciones socioeconómicas de la madre y las propias del niño fallecido, así como los criterios de evitabilidad de la mortalidad en las primeras 24 h de vida.	Registros individuales de nacido vivo y de defunción provenientes del DANE	Jaramillo Mejía, M. C. (2016). Situación de la mortalidad infantil en Colombia.

<b>MORTALIDAD POR DESNUTRICIÓN INFANTIL EN MENORES DE 5 AÑOS Y SUS DETERMINANTES A NIVEL MUNICIPAL EN COLOMBIA 1998 -2016</b>				
Niños que a la fecha de muerte tuvieron menos de cinco años.	Estudio observacional ecológico con base en fuentes secundarias de información, correlación de spearman, análisis multivariado	Comportamiento de la mortalidad por desnutrición infantil en menores de 5 años en Colombia y su relación con algunos determinantes sociales de la salud a nivel municipal.	Encuestas y estadísticas vitales	Agudelo Ibañez, D. R. (2019). Mortalidad por desnutrición infantil en menores de 5 años y sus determinantes a nivel municipal en Colombia 1998-2016.
Presentar entre las causas de muerte reportadas por el DANE, alguno de los siguientes códigos CIE – 10	Análisis descriptivo del comportamiento de la Tasa de mortalidad por desnutrición en menores de 5 años, menores de 1 año y menores de 1 a 4 años, a nivel nacional, departamental y municipal mediante gráficos de tendencia y mapas de calor		Proyecciones de población, DANE	
<b>análisis espacial de la tasa de mortalidad infantil. implementación de modelos de regresión espacial.</b>				
# De nacimientos fetales menores a 37 semanas 2016 con respecto al # total de nacimientos a término de este año y se estandariza por cada 1000 habitantes.	3 modelos de regresión polinomial local y ponderado geográficamente usando como covariables la tasa de prematuridad, porcentaje de afiliados al régimen de salud y el IPM., análisis espacial de datos de área para la TMI en Colombia 2016, Modelamiento espacial propuesto con variables regresores	Determinar si existe dependencia espacial, tomando como regiones delimitadas los municipios de Colombia, dicha relación es analizada mediante el índice de Moran Global y local, encontrando clúster que determinan dependencia espacial a nivel municipal.	información de defunciones correspondientes a la consolidación, codificación de causas de muerte, validación y procesamiento. DANE-estadísticas vitales.	Palacios, T. E. S., & Rico, A. F. O. (2018). Análisis espacial de la tasa de mortalidad infantil. Implementación de modelos de regresión espacial. Ciencia Digital, 2(4.1.), 154-175.

1122 municipios	análisis basado en datos de áreas; ya que es un proceso estocástico con un espacio de parámetros discretos donde se tiene una selección de los sitios de medición, es decir los municipios de Colombia, estas unidades de muestreo pueden ser o no igualmente espaciadas., análisis de autocorrelación espacial global y local.	Uno de los indicadores que evidencia calidad de la salud pública es la mortalidad infantil, y es importante evaluar la desigualdad social como variable explicativa de la TMI	Datos abiertos de ministerio de salud., Microdato de encuesta de hogares	
<b>análisis espacial multitemporal de la tasa de mortalidad infantil municipal en Colombia</b>				
Serie de tiempo	Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) soportada con representación cartográfica temática de la TMI a nivel municipal, análisis de patrones y autocorrelación espacial, estudio Geoestadístico.	Desarrollo del análisis espacial de la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI) municipal en Colombia con el fin de realizar un análisis que contemple el espacio como factor explicativo del comportamiento de la TMI.	estadísticas vitales EEVV DANE	Ruiz-Santacruz, J., & Gil, C. A. D. (2013). Análisis espacial multitemporal de la tasa de mortalidad infantil municipal en Colombia (No. 12670). Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE.
<b>Pobreza, capacidades y mortalidad infantil en Colombia: una aproximación espacial desde enfoque de las capacidades a las inequidades en salud en la infancia</b>				
Espacial	Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) sobre la TMI para los 1122 municipios del país junto con el IMP como variable socioeconómica, RAP y las diferencias de tasas como indicadores de inequidad, Clúster, índice local moran	El presente trabajo aborda, desde el enfoque de las capacidades y la teoría de capitales de Bourdieu, la disposición espacial de la mortalidad infantil en Colombia en 2016	Tasa de mortalidad infantil - TMI- en este caso no se calculó a partir de las estadísticas vitales, sino que se tomaron las tasas ajustadas implementadas a partir de 2012, dado que el cálculo directo a partir de reportes de nacimientos y defunciones no recoge omisiones por falta de cobertura o por procedimientos que no necesariamente pasan por centros asistenciales (DANE, 2012).	Villegas Giraldo, J. A. (2019). Pobreza, capacidades y mortalidad infantil en Colombia: una aproximación espacial desde el enfoque de las capacidades a las inequidades en salud en la infancia.

<b>análisis geo demográfico de la mortalidad infantil en la región Caribe Colombiana 2016</b>				
Transversal	Técnicas de análisis espacial como el Índice de Moran en los 199 municipios de esta región colombiana apoyado con técnicas cartográficas, análisis descriptivo con datos espaciales, análisis de autocorrelación espacial.	Asociación espacial de la tasa de mortalidad infantil en menores de 1 año en la región Caribe colombiana para el año 2016 y a su vez se hizo un análisis en comparación con factores determinantes de esta	Estadísticas vitales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística del año 2016	Avila Buelvas, A. A. (2020). Análisis geo demográfico de la mortalidad infantil en la Región Caribe colombiana 2016.
<b>modelación espacial de la mortalidad infantil, el periodo postnatal de cribado y el volumen de atención hospitalaria en Colombia</b>				
Transversal	Modelos clásicos de la econometría espacial, trabajados principalmente por Anselin (1988) cuya principal característica es el ajuste de un modelo de regresión lineal norma	Se proponen modelos de sobre dispersión generalizados con estructura econométrica espacial	Encuesta nacional de salud en Colombia 2007	Córdoba Perozo, M. F. (2012). Modelación espacial de la mortalidad infantil, el período postnatal de cribado y el volumen de atención hospitalaria en Colombia (Doctoral dissertation).

**Figura 26.** Artículos investigados.

Apéndice C. Gradientes socioeconómicos

<b>Gradiente</b>	<b>Factor / Determinante</b>	<b>Indicador</b>	<b>Teoría</b>	<b>Base de datos</b>
<b>Biológico</b>	Bajo Peso al nacer	% de nacidos vivos que reportaron un peso inferior a 2500 gramos	El bajo peso al nacer es un problema de salud pública ya que puede incidir en enfermedades que se puedan llegar a presentar en el futuro, incluso es un causante del nacimiento prematuro de los bebés.	Estadística vitales nacimientos y defunciones EEVV
	Edad de la madre	% de Hijo nacidos vivos (HNV) de madres en grupos de riesgo: menores de 19 años y mayores de 39	Entre mayor sea la edad de la madre el hijo es más propenso a fallecer. Desde los 39 años es más probable que suceda.	Estadística vitales nacimientos y defunciones EEVV
<b>Socioeconómicas</b>	Educación de la madre	% de madres que reportan tener un nivel educativo inferior a secundaria completa.	La teoría indica que entre más nivel de estudio tenga una persona, es más probable que esta no sea pobre y, por ende, la calidad de vida en el hogar sea mejor.	Estadística vitales nacimientos y defunciones EEVV
		$\frac{\text{Producción}}{\# \text{ Habitantes municipio}}$	Tasa de producción extraída del censo nacional agropecuario. "Cantidad de alimentos que se envían del campo a la ciudad.	Censo agropecuario en el que se debe pasar la información de predios a municipios.

		Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)	La pobreza multidimensional permite identificar la pobreza dese 15 privaciones y 5 dimensiones., a partir de él se pueden extraer aquellas privaciones que pueden tener incidencia en la mortalidad infantil	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
		% vivienda inadecuada	Es el porcentaje de viviendas con características físicas que clasifican como una vivienda considerada inadecuada para el alojamiento humano. (Angulo Salazar, Díaz Cuervo, & Pardo Pinzón, 2011)	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
		% viviendas con servicios inadecuados	Es el porcentaje de viviendas que no tiene acceso a condiciones vitales y sanitarias mínimas. (Angulo Salazar, Díaz Cuervo, & Pardo Pinzón, 2011)	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
		% viviendas con hacinamiento crítico	Número de personas por cuarto para dormir excluyendo cocina, baño y garaje e incluyendo sala y comedor. (Angulo Salazar, Díaz Cuervo, & Pardo Pinzón, 2011)	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
	<b>Ingreso per cápita percibido</b>	Relación entre los ingresos anuales (Percibidos por la administración municipal), y la	Ante no tener una variable municipal del PIB se ha	Informes de ejecución presupuestal

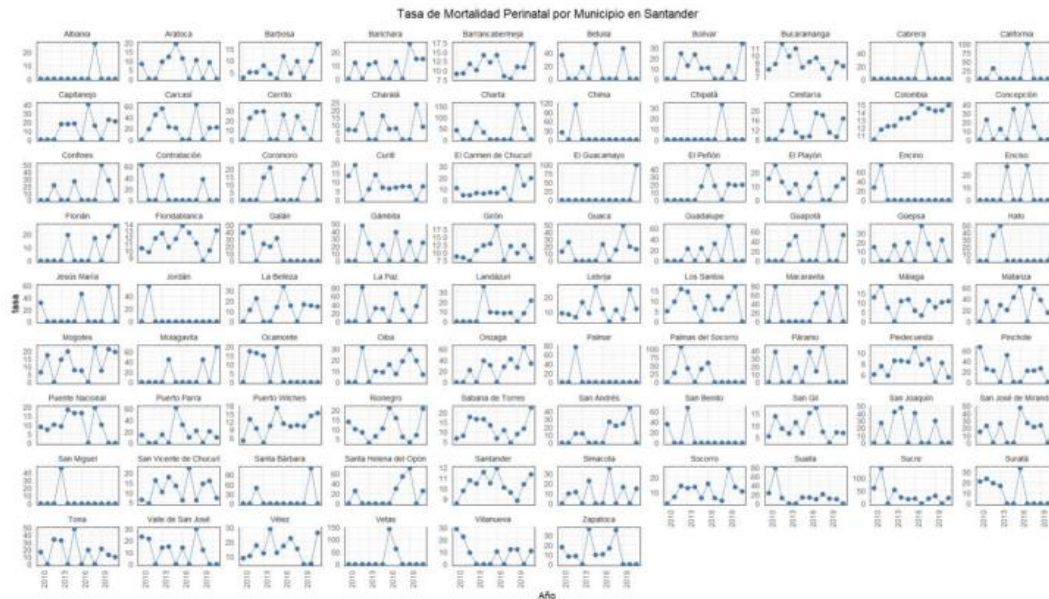
		cantidad de habitantes del municipio.	optado por utilizar un proxy al ingreso.	municipal departamento nacional de planeación - DNP
	<b>Afiliación al sistema de seguridad social en salud</b>	% de la población afiliada al Sistema general de seguridad social en Salud (SGSSS).	Los pacientes de escasos recursos económicos tienen un acceso expedito a los servicios de salud con calidad, en su defecto hay un deficiente servicio y un aumento en su costo total. (Duarte Ortiz, Navarro Vargas, & Eslava)	Registro único de afiliados RUAF, ministerio de salud y protección social. <i>Creo que requiere solicitud</i>
	Hogares con privación por empleo informal	Proporción de la PEA del hogar que son ocupados con afiliación a pensiones (proxy de informalidad).	El trabajo informal suele verse como una fuente de ingresos para la subsistencia por ser bajos, este a su vez, puede generar que los hogares presenten mayor pobreza y mortalidad infantil.	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
<b>Servicio de Salud</b>	Controles prenatales	% de nacidos vivos cuyas madres tuvieron menos de 4 controles prenatales	Es indispensable garantizar la vida de los infantes antes desde que nazca, por ende, es indispensable que la madre tenga controles antes del parto, con el fin de garantizar la vida.	Estadística vitales nacimientos y defunciones EEVV
	Atención en el parto	% de partos atendidos en un hospital	Es clave para reducir la mortalidad infantil que las madres tengan acceso a que	Estadística vitales nacimientos y

			el nacimiento se realice en un hospital.	defunciones EEVV
	Hogares con privación por acceso a servicios para cuidado de la primera infancia	Proporción de niños de cero a cinco años en el hogar con acceso simultaneo a salud, nutrición y educación inicial. (Angulo Salazar, Díaz Cuervo, & Pardo Pinzón, 2011)	Es indispensable el cuidado del bebe en sus primeros años de vida porque de esta manera se desempeña un papel clave en el desarrollo del infante.	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
<b>Ambientales</b>	Clima	Temperatura promedio	Desde el punto de vista ambiental la contaminación del agua, el viento y la naturaleza en general puede causar enfermedades mediante vectores transmisores que pueden causar la muerte de las personas en general.	IDEAM <i>Cierta parte de los datos requiere solicitud</i>

**Figura 27.** Gradientes socioeconómicos.

Apéndice D. Serie de tiempo de las variables latentes y observadas para todos los municipios de Santander (2010-2021).

Tasa de mortalidad perinatal:



Ingresos Relativos:

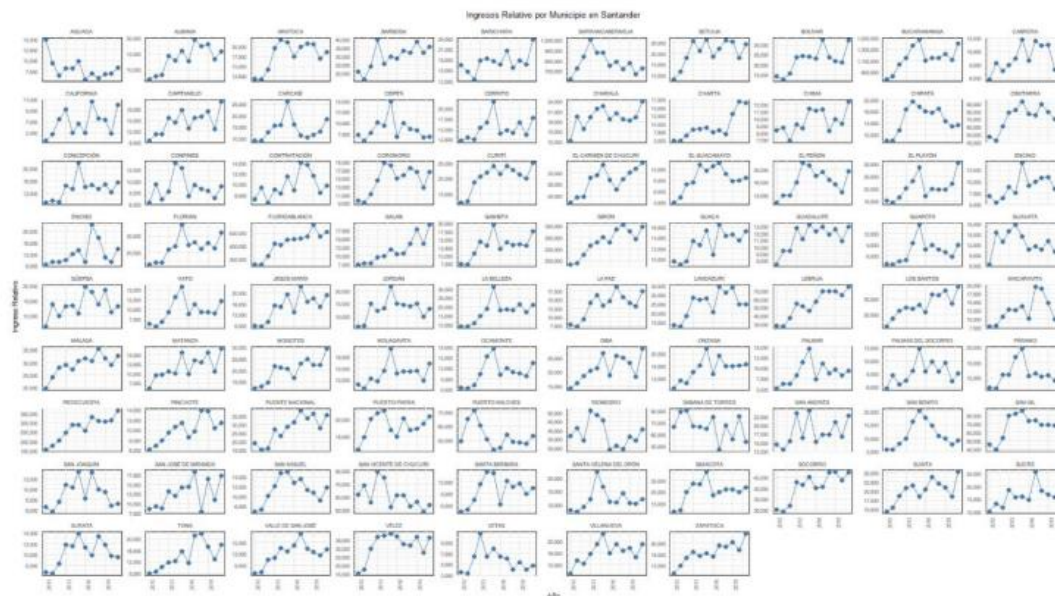
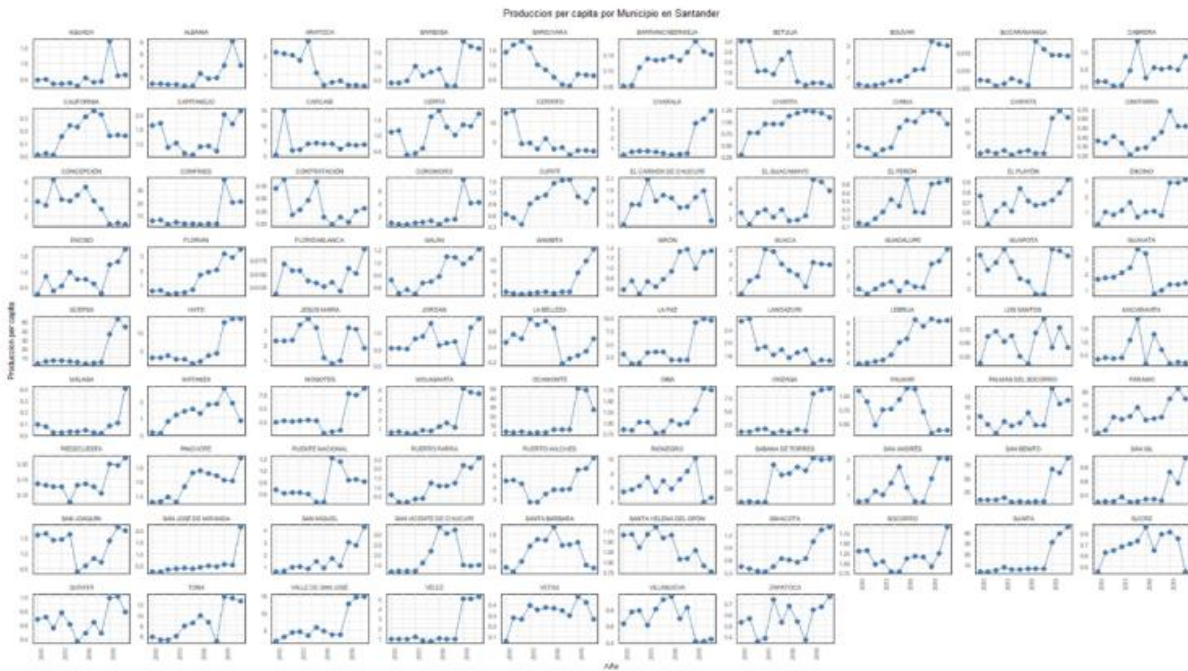


Figura 28. Serie de tiempo TMP e Ingreso Relativo.

Producción Per cápita:



Tasa de mortalidad infantil:

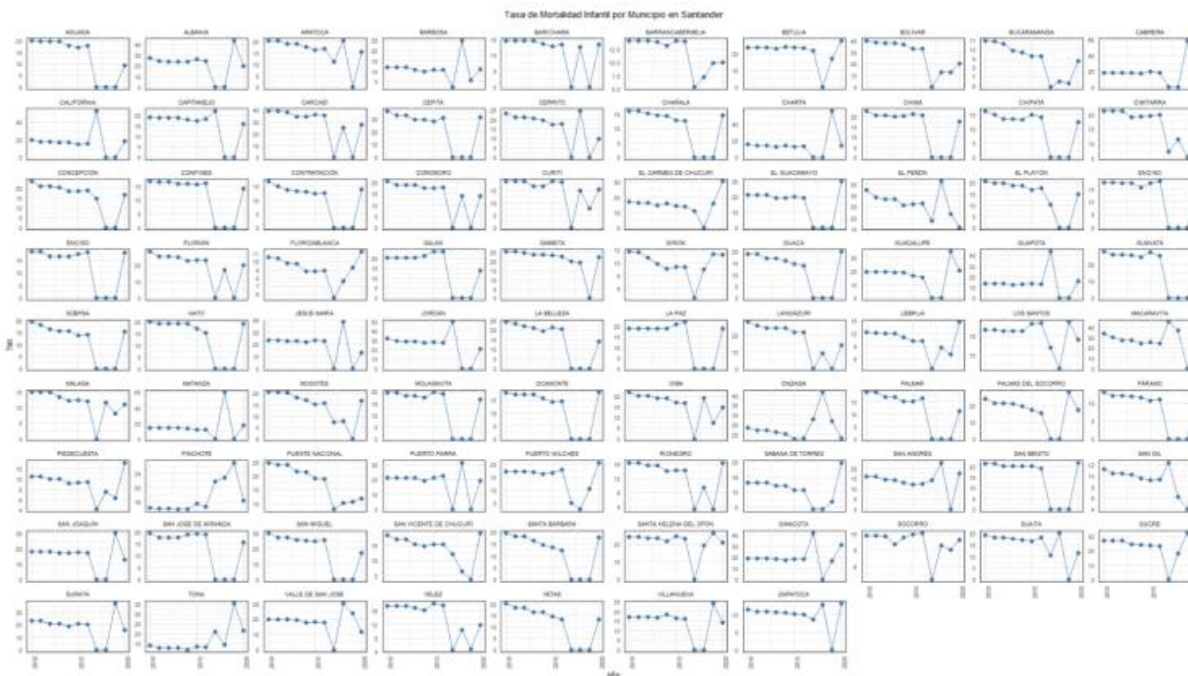


Figura 29. Serie de tiempo Prod per cápita y TMI.

Apéndice E. Power bi con la visualización de los resultados.

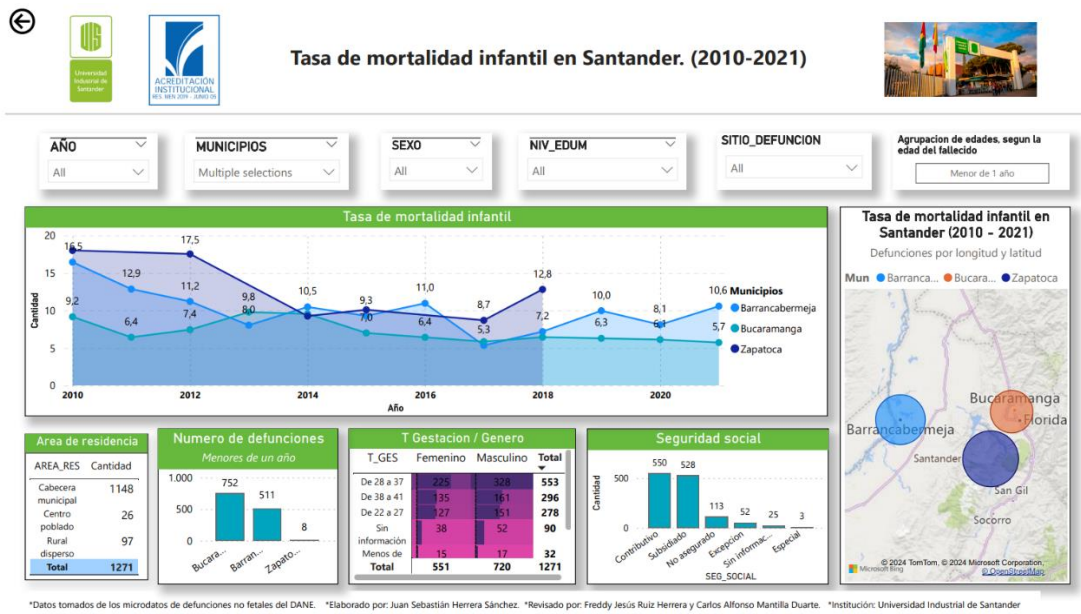


Figura 30. TMI descriptiva

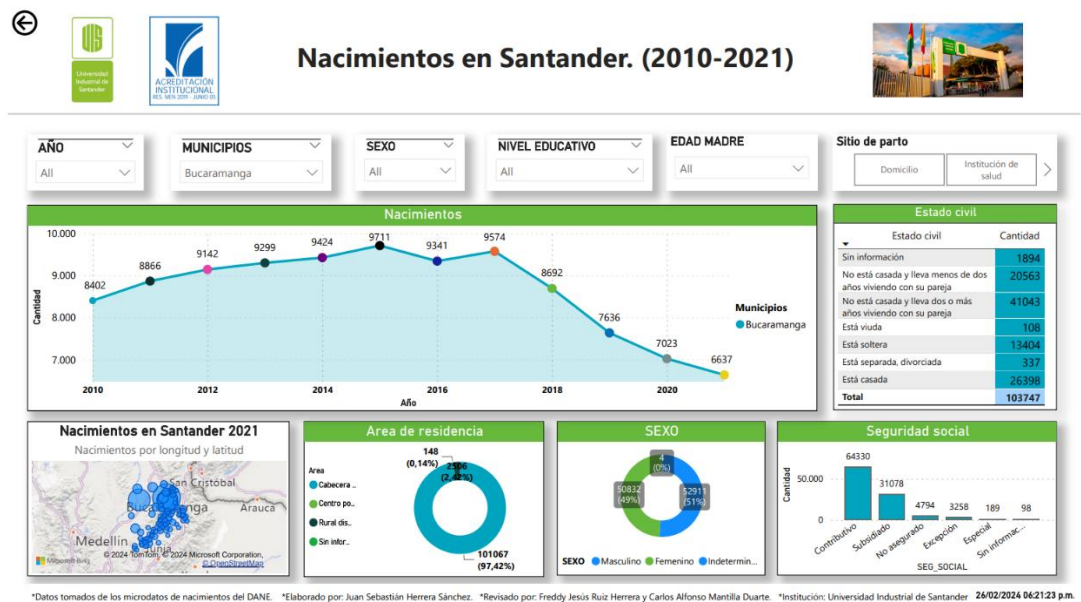


Figura 31. Nacimientos descriptiva.

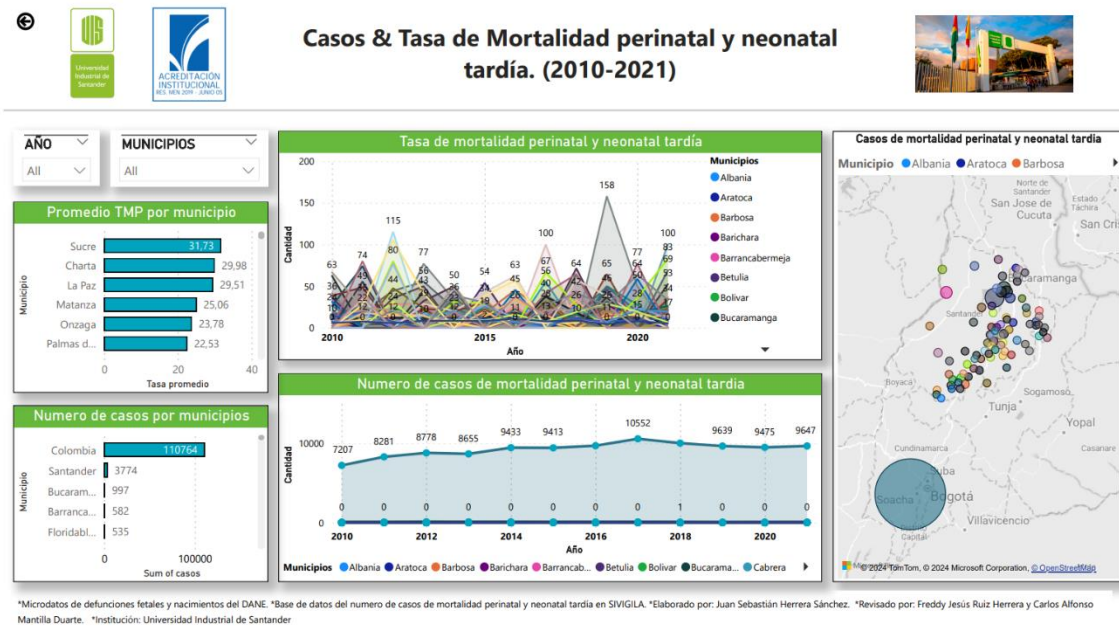


Figura 32. Casos y TMI perinatal y neonatal tardía.

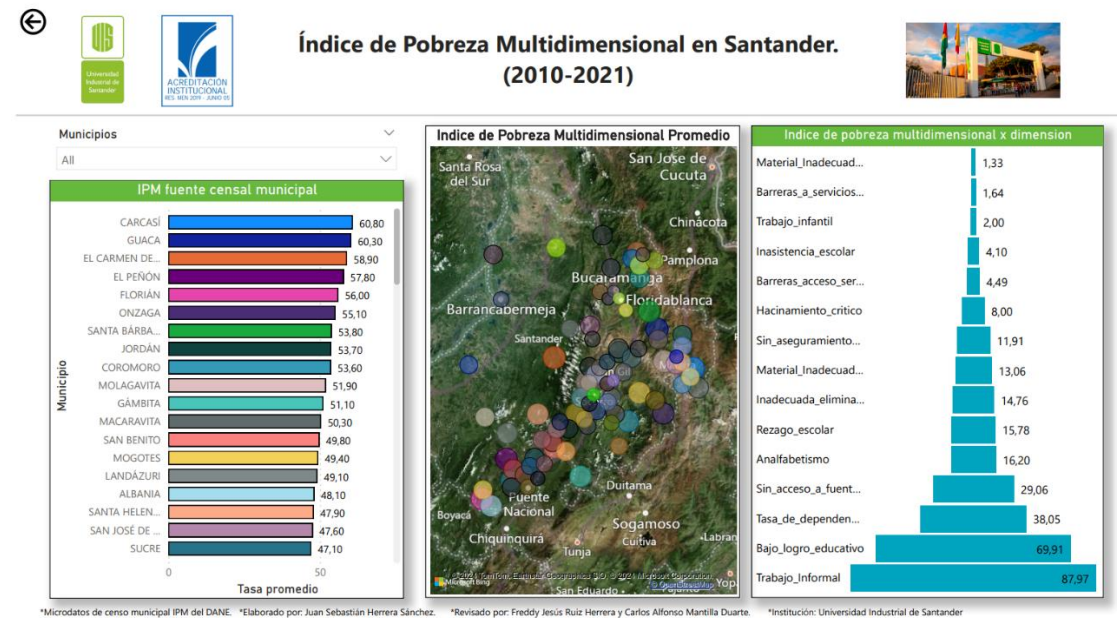


Figura 33. Índice de pobreza multidimensional (IPM)

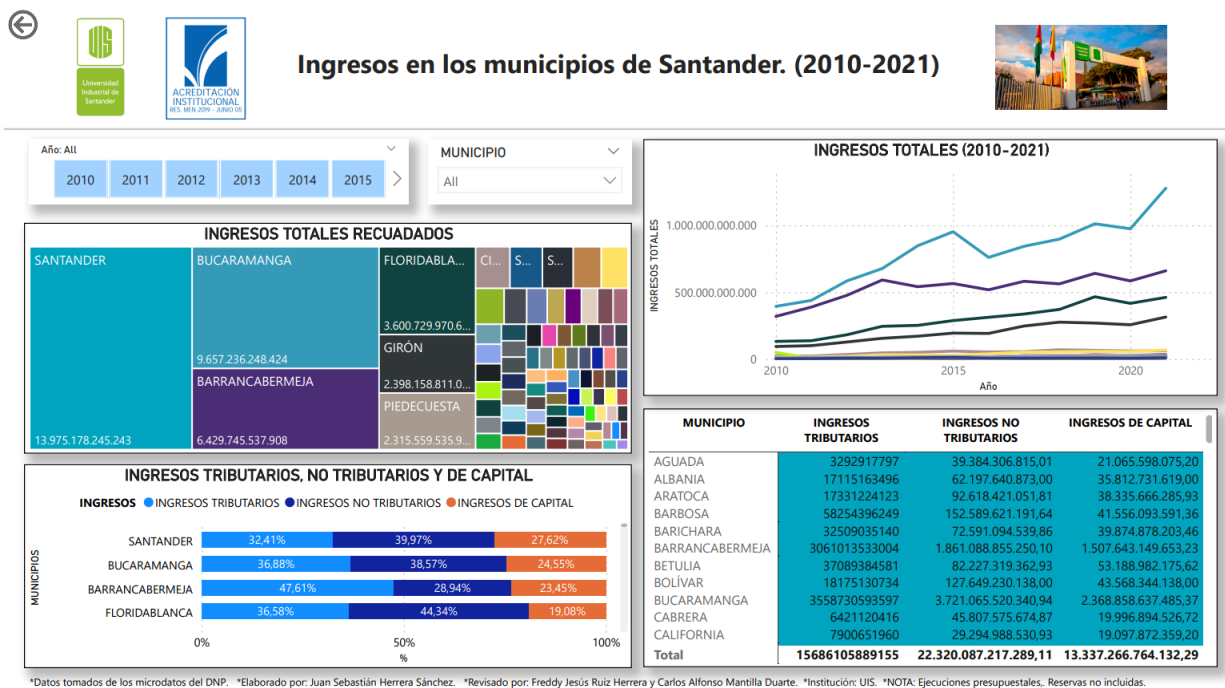


Figura 34. Ingresos en los municipios de Santander.

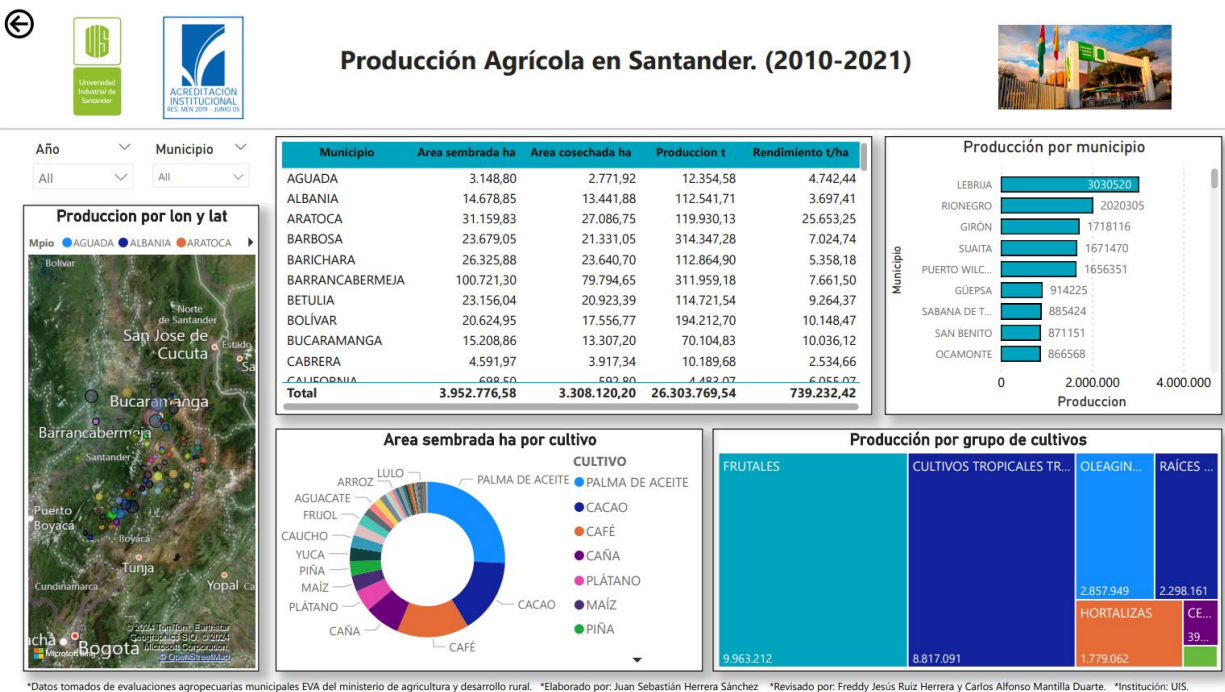
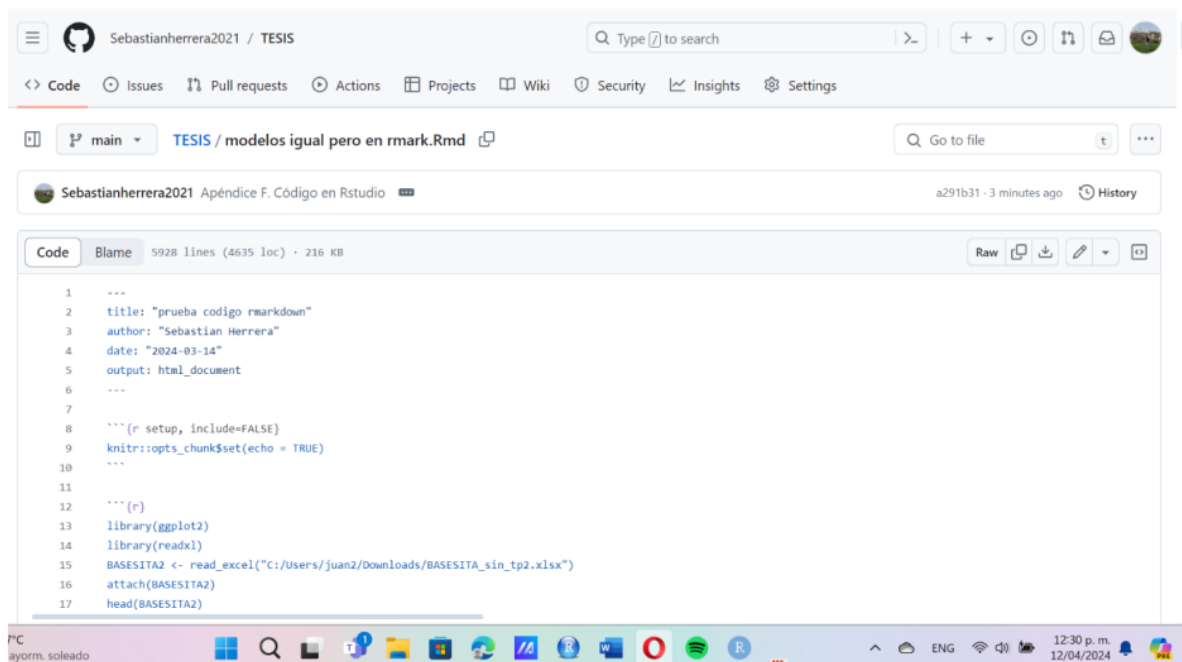


Figura 35. Producción Agrícola en Santander.

## Apéndice F. Código en Rstudio

<https://github.com/Sebastianherrera2021/TESIS/blob/main/modelos%20igual%20pero%20en%20>

[Ormark.Rmd](#)



The image shows a screenshot of a GitHub repository page for the file 'Ormark.Rmd'. The repository is owned by 'Sebastianherrera2021' and is named 'TESIS'. The file is located at 'TESIS / modelos igual pero en rmark.Rmd'. The code is displayed in a light-themed editor with line numbers from 1 to 17. The code includes a YAML front-matter block with fields for title, author, date, and output. It also contains R code for setting up the environment, loading the 'ggplot2' and 'readxl' libraries, reading an Excel file from a local path, and displaying the first few rows of the data.

```
1 ---
2 title: "prueba codigo rmarkdown"
3 author: "Sebastian Herrera"
4 date: "2024-03-14"
5 output: html_document
6 ---
7
8 ```{r setup, include=FALSE}
9 knitr::opts_chunk$set(echo = TRUE)
10 ```
11
12 ```{r}
13 library(ggplot2)
14 library(readxl)
15 BASESITA2 <- read_excel("C:/Users/juan2/Downloads/BASESITA_sin_tp2.xlsx")
16 attach(BASESITA2)
17 head(BASESITA2)
```

**Figura 36.** Código Rstudio