



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA Y GESTIÓN EMPRESARIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE
MAGÍSTER EN ECONOMÍA CON MENCIÓN EN
DESARROLLO Y POLÍTICAS PÚBLICAS

IMPACTO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA ESPERANZA Y CALIDAD
DE VIDA DE PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 1 EN
ECUADOR: UN ENFOQUE ECONOMÉTRICO

David Ricardo Gallegos Coello

DIRECTORA: Tatiana Villacres, MSc.

Quito – Ecuador
2025

Dedicatoria

A Dios, mis padres, mis hijos y Johanna.

A cada uno de los niños, jóvenes y ahora adultos con Diabetes Tipo 1, por una vida más justa, con verdaderos accesos a su salud, oportunidad de desarrollo y ante todo por políticas públicas más conscientes y con sentido técnico para la población ecuatoriana.

Agradecimiento

Agradezco profundamente a mi directora Tatiana por el apoyo, dirección y pasión sobre la Economía de la Salud. A cada uno de los integrantes de la Fundación de Diabetes Juvenil Ecuador que, sin su gran trabajo en los datos y registros, este trabajo no se podría lograr. Finalmente, a mis colegas de la maestría y economistas por su ayuda y aporte en este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	6
PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE (MARCO TÉORICO).....	7
METODOLOGÍA.....	23
RESULTADOS.....	30
DISCUSIÓN.....	61
CONCLUSIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	73
INDICE DE TABLAS.....	79
INDICE DE FIGURAS.....	80
ANEXOS.....	81

RESUMEN

El presente estudio analiza el efecto de los determinantes económicos, sociales y territoriales en el control glucémico y su relación directa con la calidad de vida de las personas con Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) en Ecuador. Utilizando un enfoque de econometría espacial, se busca identificar incidencias espaciales significativas. Para ello, se tomaron registros de pacientes con DM1, correspondientes a los años 2020 a 2024, proporcionados por la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador, y se aplicaron modelos espaciales como: Local Indicators of Spatial Association (LISA), Spatial Autoregressive Model (SAR), Spatial Error Model (SEM), Spatial Autoregressive Moving Average Model (SARMA) y el Geographically Weighted Regression (GWR), con la finalidad de evaluar el impacto de variables tales como el ingreso, gasto, años con diagnóstico y distancia entre la vivienda y los centros de salud que tienen la capacidad de atender este tipo de enfermedades, sobre los niveles de control glucémico (HbA1c), los cuales sirvieron como un indicador proxy de bienestar de salud.

El resultado de la investigación revela que la variable distancia tiene un impacto heterogéneo según la región analizada. En provincias como Manabí, Guayas y Loja, se observa que mayores distancias a los centros de salud se asocian con niveles de HbA1c mayor, indicando un deterioro en la salud de los pacientes. Por otro lado, en provincias como Imbabura y Sucumbíos, se identifica que la distancia está relacionada con una menor inversión en tratamientos.

En las estimaciones econométricas no se identificaron auto correlaciones espaciales significativas en los residuos, sugiriendo que el efecto territorial de la variable de interés está relacionado con factores no medidos. Sin embargo, bajo el análisis LISA se detectaron puntos cálidos y fríos de control de HbA1c, lo que respalda la necesidad de implementar intervenciones focalizadas que respondan a la realidad de cada región.

Finalmente, la investigación concluye en la relevancia de crear un Registro Nacional de Pacientes con DM1; con el fin de fortalecer las políticas públicas de equidad territorial en salud. La evidencia generada subraya la urgencia de una política pública integral, territorializada y basada en datos, que garantice una atención oportuna, continua y digna a las personas con DM1 en el país.

Palabras clave: Diabetes tipo 1, Control glucémico, Econometría espacial, Determinantes sociales, Políticas públicas.

Abstract:

This study analyzes the impact of social and territorial determinants on glycemic control and quality of life among individuals with type 1 diabetes mellitus (T1DM) in Ecuador, employing a spatial econometric approach. Based on a dataset provided by the Juvenile Diabetes Foundation of Ecuador (2020–2024), spatial models such as LISA, SAR, SEM, SARMA, and GWR were applied to evaluate the influence of factors like income, healthcare expenditure, years since diagnosis, and distance to health centers on HbA1c levels, serving as a key health indicator.

The results reveal that the variable "distance" has a heterogeneous effect depending on the region. In provinces such as Guayas, Manabí, and Loja, greater distances to healthcare services are associated with poorer glycemic control. Additionally, in areas like Imbabura and Sucumbíos, increased distance correlates with lower investment in treatment.

Although SAR, SEM, and SARMA models did not identify significant spatial autocorrelation in the residuals, this suggests that spatial effects are more closely tied to observable variables rather than unmeasured factors. Nevertheless, the LISA local analysis identified "hotspots" and "coldspots" in glycemic control, highlighting the importance of targeted interventions.

In conclusion, the study advocates for establishing a National T1DM Patient Registry and enhancing health policies focused on equity. The evidence highlights the urgent need for a comprehensive, territorial, data-driven public health policy to ensure dignified and continuous care for individuals living with T1DM in Ecuador.

Keywords: Type 1 diabetes, Glycemic control, Spatial econometrics, Social determinants, Public health policy.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Federación Internacional de Diabetes (2021), la Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) es una enfermedad crónica no transmisible, sobre la cual al momento no existe cura; para el caso de Ecuador 1,3 de cada 1000 niños y jóvenes de entre 0 y 19 años posee esta enfermedad. Esta cifra pone en evidencia como los jóvenes se ven afectados por esta; cabe mencionar que la enfermedad en mención destruye las células beta del páncreas, provocando una deficiencia de insulina, esta problemática de salud no solo se da a nivel local, sino que es una preocupación a nivel mundial; donde los pacientes con DM1, se enfrentan a varios desafíos relevantes como acceso a salud, a medicinas y tratamientos adecuados de libre acceso (American Diabetes Association, 2021).

Como se mencionó en el párrafo que precede, se estima que el número de niños y adolescentes con DM1 asciende a 121.300 casos y 12.300 nuevos casos cada año, evidenciando la gravedad de enfermedad, sumando que existen regiones mundiales con alta desigualdad social, altos niveles de pobreza y bajos accesos a salud universal. La India al momento posee el mayor número de casos con personas con DM1, seguidos de Estados Unidos y Brasil (Federación Internacional de Diabetes, 2021).

De acuerdo al Type1 Diabetes Index en Ecuador con corte a septiembre de 2024 existen 6.500 personas con DMQ; sobre las cuales 2.800 de las mismas deberían estar vivas a la fecha si estas hubieran tenido un acceso a la salud y tratamiento adecuados, perdiendo de esta manera 37 años de vida saludable que podría ser controlada con el tratamiento oportuno; cifra que es preocupante dado que esto pone en evidencia como la esperanza de vida y la calidad de los mismos se ven afectadas de manera sustancial.

Para estudiar cómo determinantes sociales y económicos afectan a la calidad de vida de los pacientes con DM1, a eso sumado las barreras geográficas de las viviendas y las distancias que tienen para encontrar un centro de salud de puedan atender este tipo de necesidades de tratamiento; se utiliza un enfoque de econometría espacial siendo una herramienta que nos permite analizar todos los factores antes descritos; con este método se cuantificó aquellos determinantes que afectan a la calidad de vida, para ellos se utilizaron bases de datos de 2020 hasta 2024 de la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador; a través de encuestas como un elemento de información primaria de todos los usuarios que poseen esta enfermedad; mismos que cuenta con registros hospitalarios, control glucémico, datos del último examen de control, lugar donde se atiende, lugar de vivienda, datos socioeconómicos del padre entre otros.

Estudios demuestran que el acceso adecuado a la salud, medicamento y un tratamiento oportuno son grandes aportantes para un mejoramiento de la esperanza y calidad de vida para los pacientes con DM1 (Federación Internacional de Diabetes, 2013; Organización Mundial de la Salud, 2014). Cabe mencionar que en Ecuador aún no existen investigaciones profundas que permitan entender el fenómeno y sus determinantes sociales, por lo que, este estudio, tiene como finalidad brindar y entender como esta problemática puede verse y tratarse por medio de políticas públicas focalizadas que ayuden a mitigar el problema y a su vez brinden una protección de derechos para toda la población aportando a un mejoramiento en la calidad de vida los pacientes con DM1.

PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE (MARCO TÉORICO)

Justificación

Históricamente el Ecuador ha enfrentado grandes desafíos en lo referente a las políticas de salud pública; esto principalmente a las grandes disparidades sociales y económicas a nivel nacional, así como la falta de acceso a servicios médicos tanto en áreas rurales como urbanas (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2022); esta enfermedad catalogada como crónica tiene su incidencia en la infancia y adolescencia, y su desarrollo debe detectarse a tiempo con la

finalidad de poder tener un tratamiento adecuado, problemas como la falta de recursos económicos e infraestructura adecuada (Federación Internacional de las Diabetes, 2021).

Es fundamental realizar un análisis que permita identificar determinantes sociales y económicos relevantes que pueden afectar a la calidad de vida de los pacientes con DM1, dado que es crucial poder intervenir de manera oportuna para el mejoramiento de su esperanza de vida; esta investigación busca ser un referente para la formulación de políticas públicas que mejoren el acceso a la salud y garanticen los derechos de los ciudadanos a una seguridad de salud integral; de otra parte, también se busca contribuir a la literatura referente para que sea una base en la mitigación de las diferencias geográficas y barreras socioeconómicas en la atención médica.

Además, este análisis tiene implicaciones más amplias para la política pública en general. Al mejorar el acceso a servicios de salud y tratar de manera efectiva enfermedades crónicas como la DM1, se puede influir positivamente en la productividad económica, reducir los costos asociados a la atención médica y mejorar el bienestar general de la población. Intervenciones que abordan los determinantes sociales y ambientales de la salud, construyen resiliencia y promueven comportamientos saludables pueden tener beneficios económicos y sociales (The case for investing in public health, 2023). De esta manera, las políticas de salud bien fundamentadas pueden contribuir a un desarrollo socioeconómico más equitativo y sostenible en Ecuador.

Estado del Arte

1. ECONOMIA DE LAS ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES (ENT)

Las enfermedades no transmisibles como la DM1, al ser enfermedades crónicas, su tratamiento tiende a ser costoso, tanto en la atención como en los medicamentos, con lo cual estos pasan a ser una carga económica importante para las familias y para los mismos pacientes, esto en el ámbito de la economía

familia, como también para la economía global; dado que es un gasto representativo para los sistemas de salud; estos principalmente referidos a la atención médica, hospitalizaciones y medicinas. El manejo y tratamiento para pacientes con DM1 requiere un suministro constante de insulina, así como un monitoreo permanente de la glucosa, además de exámenes de laboratorio y chequeos médicos regulares siendo estos considerados como costos directos (Rowley, 2017).

Por otro lado, las ENT también representan costos indirectos no asociados a los gastos para el cuidado de la enfermedad; estos relacionados con la pérdida de productividad laboral, ausencia laboral y muerte prematura de los trabajadores, a eso sumado a que los pacientes no pueden mantener un empleo estable debido a las constantes complicaciones de salud; todo eso se traduce a una falta de productividad para la economía (Barnett, 2017).

De otra parte, los costos directos relacionado con la DM1 y DM2, son elevados y afectan directamente a la economía familiar, dado el alto costo de los tratamientos y medicinas. De acuerdo a (Bommer, 2018) los costos a nivel mundial que se encuentran asociados a las enfermedades antes descritas fueron de 760 mil millones de dólares en 2015; estos costos incluyen gastos en atención médica y medicinas en general. Por otro lado, Hex (2012) determina que el costo anual por paciente es mayor en personas que tienen DM1 que aquellas que tienen DM2, esto que debido a que el primero requiere de un uso constante de insulina, bombas y monitores de glucosa, mismos que no poseen un precio tan accesible para el consumidor.

Es importante resaltar que existen varias complicaciones derivadas con la DM1, que pueden agravarse con el tiempo y que representan costos para el paciente, tales como nefropatía diabética, retinopatía y neuropatía; estas complicaciones pueden derivarse en complicaciones que requieren intervenciones médicas adicionales y hospitalizaciones, así como cuidados y tratamientos a largo plazo. De acuerdo a la American Diabetes Association (2018), si la diabetes no es controlada y tratada a tiempo, sus complicaciones derivadas pueden llegar a ser el doble del costo promedio del mismo.

El análisis económico de las ENT es fundamental, para la formulación de políticas públicas enfocadas a la salud que logren ser institucionalizadas y puedan ser eficaces y sostenible, particularmente en enfermedades como la DM1; la evaluación económica sirve para identificar intervenciones que puedan mejorar los resultados en la salud, midiendo el costo y el beneficio de los mismos, es fundamental también la optimización de los recursos disponibles.

Es fundamental mencionar que existen varios estudios en los que se demuestran que la educación en diabetes, así como la sensibilización y el manejo correcto de este tipo de enfermedades logran tener una correlación en un costo beneficio para el correcto manejo y cuidado de los pacientes con DM1; dichas intervenciones pueden mejorar el control de la glucosa, así como el mejoramiento de la alimentación, mismas que reducen la probabilidad de hospitalizaciones y complicaciones futuras, yendo de la mano un ahorro significativo para los pacientes (Wagner, 2001; IDF Diabetes, 2021).

De otra parte, es fundamental analizar el DM1, tanto sus implicaciones directas como indirectas, una de ellas es la regulación de los costos de la insulina y a su vez el control del precio de los dispositivos médicos; mismos que, pueden ayudar a que el costo del tratamiento disminuya tanto para las familias como para los sistemas de salud.

Por otro lado, en Ecuador existen estudios como Ruales (2021) y Gallegos (2017), donde se puede evidenciar que las complicaciones derivadas de un mal manejo en el control de la DM1, puede llevar a un incremento sostenible de los gastos que tienen que realizar las familias en el largo plazo; porque se desataca la relevancia de los Estados en la regulación y cuidado a través de políticas públicas efectivas para el cuidado de los pacientes.

1.1. DETERMINANTES SOCIALES

Los determinantes sociales, son condiciones especiales que se encuentran inmersos en la realidad social de las personas desde su concepción; estos

determinantes pueden incluir factores tanto económicos, sociales, políticos y ambientales que son relevantes en lo que respecta a la calidad y estilo de vida de las personas; mismos que dependiendo del contexto heterogéneo de cada región pueden tener ambientes de desigualdad social (Marmot & Wikinson, 2006).

En el contexto de la salud, los determinantes sociales son referentes son el acceso a los servicios de salud, infraestructura sanitaria, nivel socioeconómico; así como el nivel educativo entre otros (Organización Mundial de la Salud, 2023); en lo que respecta a la DM1, los determinantes en mención son fundamentales para poder entender disparidades sociodemográficas en su nivel de incidencia y los efectos que tienen estos en su nivel de calidad de vida.

De acuerdo a Jaffiol (2013) el nivel socioeconómico, es un factor determinante para la progresión de la enfermedad en los pacientes con DM1; esto se debe principalmente a que aquellas personas con ingresos bajos, tienden a enfrentar barreras importantes para poder acceder a servicios médicos adecuados, así como a medicina, tales como insulina y los dispositivos médicos de medición de glucosa; esto va de mano a que las familias con menor nivel socioeconómico tienden a tener menos probabilidades de acceder a un equipo médico para el control de su enfermedad, también se subraya que posiblemente tienen menos acceso a alimentos saludables y adecuados que vayan acorde a la dieta que les corresponde, así mismo tienen limitaciones en el entorno propicio para una actividad física adecuada (Feng, 2018).

Como lo menciona en el párrafo precedente, el entorno físico, es decir el área donde vive una persona puede influir directamente en su salud; esto debido que áreas urbanas tienen más acceso a servicios de salud cercanos, así como el acceso a tecnologías médicas avanzadas y medicinas, mientras que, en áreas rurales, estos accesos a servicios de salud pueden ser mucho más dificultosas y en ocasiones inaccesibles (Chaturvedi, 1998).

Por otro lado, Wikstrom (2011) menciona que el entorno espacial es fundamental para el cuidado de los pacientes con DM1, dado que, en áreas con baja disponibilidad de alimentos saludables, tienden a tener menos espacios para actividad física; es importante mencionar que la alimentación saludable, así como el ejercicio constante son factores importantes para el tratamiento de este tipo de enfermedades.

Otro factor relevante es el nivel educativo de los pacientes con DM1, dado que a un mayor nivel de estudios se asocia a un mejor conocimiento y entendimiento sobre la enfermedad y la importancia de su tratamiento, lo que conlleva a tener un mejor control en su cuidado; mientras como una contraparte, la falta de educación puede llevar a un mal manejo del tratamiento que puede acarrear a complicaciones de salud y hospitalizaciones constantes, así como un mayor gasto para su cuidado (Brown, 2004).

El tejido social, también es un factor de gran relevancia para las personas con DM1, al ser una enfermedad crónica, los pacientes pueden estar expuestos a problemas psicológicos, estrés y ansiedad, así como una presión social sobre las cuales, les puede llegar a ser difícil convivir. Tamayo (2010) destaca la relevancia que este tipo de pacientes tengan un buen soporte social, así como el apoyo de su familia, para un mejor manejo de la DM1 y evitar de esta manera complicaciones no solo de salud física, sino además de salud mental.

De otra parte, el entorno en el que se desarrollan las personas es un elemento de vital importancia, existen factores como discriminación social, étnica, racial y sexual, que pueden afectar a los pacientes con DM1; esta discriminación puede manifestarse como la falta de acceso a servicios de salud; lo que puede conllevar a las personas a tomar decisiones mal informadas sobre el tratamiento de la enfermedad (Brown, 2004); por lo que la participación de la sociedad en el desarrollo de políticas públicas inclusivas es fundamental.

1.2. ACCESO VS ACCESO EFECTIVO

Existe una diferencia fundamental entre el acceso teórico y el acceso efectivo, mismo que se ve influenciado por barreras económicas, sociales, geográficas y de infraestructura en servicios de salud y seguridad social; este acceso es de vital importancia para un tratamiento adecuado de la DM1 (Penchansky & Thomas, 1981).

La ubicación geográfica de las personas es un indicador esencial para poder identificar el acceso efectivo a servicios de salud; áreas rurales o remotas que distan de gran manera de los centros de salud, pueden conllevar a tener un diagnóstico tardío y un manejo ineficiente de la enfermedad, incrementando el riesgo de tener complicaciones severas a corto y largo plazo. La literatura enfatiza que las regiones con difícil acceso geográfico para las personas, se caracterizan por tener servicios de salud limitados, especialmente aquellos especializados en diabetes, siendo un limitante fundamental en el control de la salud (Glover, 2010), he ahí la importancia de contar con no solo infraestructura de salud, sino una adecuada red vial y servicios de transporte adecuados para mitigar las dificultades geográficas.

Por otro lado, es fundamental mencionar la distinción relevante que tiene la Seguridad Social y el Sistema de Salud Pública en el Ecuador, si bien en otros países puede existir una sola institución que logre cubrir las necesidades de la política de salud; en Ecuador existen estos dos regímenes, la primera es gestionada directamente por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS); sobre el cual se ofrece una cobertura de salud aquellas personas que se encuentran afiliados y cuentan con un aporte por el hecho de estar formalmente laborando; sin embargo si una persona no pertenece a este régimen, esta no puede ser atendida por el centro de salud; esto genera una barrera en el acceso efectivo en la atención de salud, para personas que requieren un tratamiento especializado como lo son los pacientes con DM1, mismos que requieren un

acceso constante a insulita y chequeo permanente para lograr controlar la enfermedad (Almeida, 2015).

De otra parte, la salud pública es accesible para todas las personas en general, sin ningún tipo de restricción, sin embargo, la calidad y disponibilidad de los servicios pueden tener cambios significativos; donde la capacidad de estos centros de salud puede no cubrir todas las necesidades específicas de salud que requiere la población, especialmente aquellas personas con enfermedades crónicas. La Organización Panamericana de la Salud (OPS), menciona que Ecuador posee una oferta de salud institucional desarticulada y presenta enormes diferencias tanto en cobertura como en la calidad de los servicios (OPS, 2008). De otra parte, como se mencionó anteriormente la capacidad de los hospitales públicos en la mayoría de los casos rebasa con creces su capacidad para poder dar cobertura a toda la demanda de la población y estas se han ido deteriorando en el tiempo, dado que las exigencias y los tratamientos necesarios no son atendidos de manera adecuada para la ciudadanía. Todas estas limitaciones; combinadas con un porcentaje alto de gasto privado o de bolsillo de los ciudadanos (49%), conlleva a exacerbar la inequidad en la atención de la salud, afectando de manera negativa la salud y los derechos de los ciudadanos (OPS, 2008).

Por otro lado, la competencia cultural es otro factor relevante para poder acceder a un acceso efectivo; debido a que en el Ecuador, existe una diversidad étnica y cultural; eso genera barreras en el acceso de atención de salud, ya sea por falta de comunicación lingüística o culturales en el respeto de sus creencias; esto conlleva a que los pacientes no puedan tener un tratamiento adecuado y pleno (Jong, 2017).

1.3. EQUIDAD

Dentro del aspecto de la salud, es fundamental mencionar que debe existir la equidad en este ámbito, el mismo que presenta diferencias injustas en los

resultados de salud entre diferentes grupos poblacionales de una misma sociedad. Dentro de la equidad, en el contexto del desarrollo de la DM1, se debe asegurar que las personas tengan acceso a la atención adecuada de manera integral sin ningún tipo de discriminación y desigualdad ya sea por su etnia, por sus creencias, por su género entre otras.

De acuerdo OMS (2008) menciona que:

“La reducción de las inequidades en salud es un imperativo ético. La injusticia social esta matando a las personas a gran escala” y que además “La salud y la equidad en salud pueden no ser el objetivo de todas las políticas sociales, pero serán un resultado fundamental”

Con esto lo que queremos dejar en claro la importancia de estudiar los determinantes sociales de la salud, con la finalidad de poder garantizar que toda la población pueda tener las mismas oportunidades de atención integral, con el objetivo de poder tener un cuidado de su salud.

Un aspecto relevante para que la equidad pueda desarrollarse de manera adecuada, es la distribución equitativa de los recursos de salud; esto debe ser la garantía de tener acceso a la atención adecuada, acceso a insulina y dispositivos de monitoreo de glucosa, además de tener una educación sobre el manejo de la enfermedad. Latinoamérica es una región que se caracteriza por tener desigualdades latentes, y altos niveles de pobreza; Ecuador no es la excepción, dado que existen diferencias significativas en la distribución de los recursos, generando desigualdades sociales. Un ejemplo de aquello es que en áreas rurales donde se encuentran geográficamente marginados, por lo general los pacientes con DM1 tienen bajos recursos, lo que limita su acceso a poder encontrar los medicamentos adecuados de manera regular y a su vez a tener una atención de salud adecuada (Beran, 2016).

Las políticas públicas en salud implementadas por parte de los Estados son fundamentales para promover la equidad; estos pueden diseñar diferentes

estrategias gubernamentales como subsidios a medicamentos o a aparatos tecnológicos médicos, con esto se impulsa cerrar una brecha de inequidad en el acceso a una atención integral. Por otro lado, la implementación de programas educación y sensibilización de la enfermedad puede ayudar a empoderar a los pacientes para un mejor manejo eficaz y eficiente de la enfermedad, que logre un mejoramiento de su calidad de vida (Vander, 2017).

De otra parte, complementado con las intervenciones estatales, es fundamental diseñar e implementar políticas focalizadas respetando la heterogeneidad de la población y sus diferencias culturales, estas pueden incluir programas de alcance comunitario focalizadas, como clínicas móviles, servicios de telemedicina; mismas que son importantes especialmente en áreas donde las barreras de infraestructura son limitadas. También es relevante que las intervenciones consideren la diversidad cultural y social en lo que respecta a la comunicación respetando lenguas y costumbres ancestrales que pueden convertirse en una barrera para el acceso y adherencia del tratamiento adecuado para poder tener un desarrollo integral en su salud (Betancourt, 2003).

Estos grupos vulnerables pueden ser personas de bajos recursos económicos, personas con discapacidades, personas de comunidades indígenas entre otras, mismas que pueden enfrentar diversas barreras para el acceso a la atención médica dependiendo de su realidad y contexto; las políticas y estrategias que se desarrollen deben tener como target de atención prioritaria estos grupos, en pro de garantizar el respeto de sus derechos y a la atención adecuada y oportuna. Esto nos lleva a la definición de que la política debe ser integral y que debe incluir a todos los actores relevante que se encuentran involucrados, es decir, que hasta los proveedores de salud deben ser capacitados y conocer la política y las diferencias culturales y el manejo de grupos vulnerables (Anderson, 2003).

Como se mencionó en los párrafos precedentes para el desarrollo de una política pública de salud integral, deben participar todos los actores sociales, económicos y políticos que involucran la política; esto con la finalidad de generar

estrategias efectivas y equitativas para el acceso a salud; el involucrar a todos los actores relevantes puede ayudar a identificar grupos y necesidades prioritarias; esto puede ayudar a mejorar la efectividad de las intervenciones de política pública y además en el apropiamiento de la misma por parte de comunidad generando una suerte de confianza en los sistemas de salud y sus políticas de atención, esto es fundamental para la institucionalidad de la política y la sostenibilidad de la misma en el tiempo (Marmot, 2008).

Este empoderamiento comunitario implica proveer a las comunidades herramientas necesarias para la toma de decisiones informadas respecto de su salud; esto puede incluir el desarrollo y creación de comités de salud comunitarios que se encarguen de la difusión de programas de educación para el manejo de enfermedades a la comunidades con el apoyo y participación de toda la población; esto no solo es un indicador de mejoramiento en la educación sino que también mejora los comportamientos en el cuidado y manejo adecuado del tratamiento (Wallerstein, 2015).

2. PREVENCIÓN, ESTRATEGIAS DE MANEJO (CONTROL) DE LA DM1

La DM1 es una enfermedad crónica, cuyo manejo y tratamiento debe verse de manera integral con un enfoque multidimensional que incluye educación, manejo y uso de tecnologías avanzadas, estrategias de nutrición y actividad física, así como la autogestión del tratamiento con la finalidad de poder conocer y mejorar de manera eficiente la terapia requerida para el manejo de la enfermedad; cada elemento mencionado es fundamental para un manejo adecuado, efectivo y eficaz de la DM1 (American Diabetes Association, 2021; Peters & Laffel, 2011).

Un ejemplo sobre el manejo adecuado de la enfermedad en Estados Unidos se desarrolló el “Programa de Educación y Apoyo para el Autocontrol de la Diabetes” (DSMES); mismo que ha demostrado ser un programa eficiente sobre el cual se ha tenido resultados en la mejora de la salud de los pacientes con DM1. Este tipo de programas proporcionan educación sobre el manejo y gestión

de la insulina, así como en el monitoreo de la glucosa en la sangres, además de el mantenimiento de la nutrición adecuada y el manejo adecuado de complicaciones de las complicaciones de salud, también se abordan temas psicológicos y emocionales (Beck, 2017).

Es importante mencionar que un elemento importante tanto para el diagnóstico como para el control de la diabetes y prediabetes es la hemoglobina glucosilada (HbA1c); el análisis de este se refiere al nivel promedio de glucosa en la sangre durante los últimos tres meses, con la finalidad de evaluar tanto el diagnóstico como el control de enfermedad a tiempo, este valor es variable dado que depende de los controles que se realicen de manera diaria, este tipo de controles se pueden realizar de manera individual o su vez con un conjunto especial de pruebas para poder obtener un diagnóstico preciso y adecuado (Flores Poveda, 2020).

Es fundamental mencionar que la participación de los pacientes en programas de educación como el DSMES, han sido eficaces en una mejora sustancial en el control glucémico, siendo este traducido en un mejoramiento de los niveles de HbA1c; estos programas han sido eficaces en la reducción de complicaciones crónicas y agudas en el manejo de los pacientes con DM1. Es fundamental que en Ecuador se puedan replicar este tipo de programas para que la población pueda ser educada y sea un apoyo para el manejo integral de la enfermedad; fundamentalmente en sectores donde existe disparidades socioeconómicas, como en áreas rurales y comunidades con bajos niveles económicos, con la finalidad de lograr un beneficio en el control y manejo de la DM1 (Lee, 2022; CDC, 2023).

Conforme avanza la tecnología, la medicina va teniendo grandes avances en el campo de la salud; dispositivos como sistemas de monitoreo continuo de glucosa (MCG) y bombas de insulina han mejorado y revolucionado el manejo de la DM1; estos dispositivos ayudan a los pacientes a mantener una supervisión constante y exacta de sus niveles de glucosa, proporcionando niveles de alerta en tiempo

real que permiten prevenir episodios de hipoglucemia e hiperglucemia; las bombas de insulina ayudan a tener una administración continua de esta, ajustando de manera real y automática las dosis en respuesta de los cambios de la HbA1c, teniendo un control más adecuado y estable.

Desde una perspectiva económica y de inversión, se puede evidenciar que este tipo de tecnologías puede tener un costo alto; sin embargo, en un análisis de costo beneficio la reducción de complicaciones por medio del uso de MCG y bombas de insulina no solo mejora la calidad de vida sino que disminuye el costo asociado a las hospitalizaciones y tratamientos; se estima que el uso de MCG reduce los costos de tratamientos de manera global con un ahorro \$1.025 y \$1.458 por año en contraste con un monitoreo manual y convencional (Systematic Reviews, 2023).

Existen factores que son fundamentales para el manejo y control de la DM1, la actividad física y una nutrición adecuada ayuda a la mejora de la sensibilidad a la insulina; esto sirve de manera importante para mantener un peso saludable y un control de la glucosa en la sangre, reduciendo de esta manera las complicaciones de sufrir problemas cardiovasculares; por lo que se ha recomienda ejercicios aeróbicos y de resistencia, mismas que deben ser personalizadas dependiendo del paciente con DM1.

De otra parte, la nutrición y alimentación son relevantes, para el manejo y control de la enfermedad de manera adecuada, el hecho de desarrollar planes de alimentación personalizados que ayuden al control de ingesta de carbohidratos y mantengan los niveles estables de glucosa en la sangre; es fundamental para que los pacientes puedan ajustar sus dosis de insulina. De acuerdo a la Diabetes Care (2023) el tener una dieta rica de alimentos con bajo índice glucémico y alta en fibra ayuda a mantener niveles de glucosa estables y niveles de salud mas adecuados; por lo que las políticas públicas de salud, deben promover el acceso a alimentos saludables, especialmente en zonas con acceso limitado a una alimentación adecuada.

El desarrollo de la ciencia y la investigación avanza a grandes pasos, siendo que se van descubriendo nuevas estrategias y enfoques de tratamiento para la DM1, existen grandes desarrollos científicos referentes a la terapia génica y trasplantes de células beta; dichos tratamientos como la terapia génica busca corregir anomalías genéticas que provocan la DMQ; mientras que la segunda tiene el objetivo de restaurar la producción de insulina en el cuerpo, si bien estos tratamientos están en etapas experimentales, representan una esperanza para una cura y un mejor tratamiento de la enfermedad.

Si bien los costos que pueden llegar a tener estos nuevos tratamientos pueden ser elevados económicamente, deben considerarse aquellos beneficios a largo plazo en el tratamiento de la enfermedad, como la disminución de complicaciones graves. Es importante mencionar que, la implementación de nuevas técnicas en los tratamientos puede ayudar a tener un costo beneficio alto en lo que respecta al ahorro de las familias, así como para los sistemas de salud; disminuyendo la probabilidad de intervenciones médicas costosas (PharmacoEconomics, 2023).

3. FINANCIAMIENTO DE LA SALUD

El financiamiento de la salud es un elemento esencial que los Estados deben promover y planificar para su población con la finalidad de poder llegar a un mejoramiento de la calidad de vida y la atención integral de los ciudadanos (UnADM, 2023). Todos los sistemas de salud necesitan de financiamiento para funcionar de manera efectiva, ya sea financiado con recursos públicos o privados, por medio del cobro de impuestos o pagos directos de los pacientes (World Bank, 2023). No obstante, es menester mencionar que existen barreras financieras que pueden afectar el acceso a la salud y pueden generar exclusiones de poblaciones vulnerables; lo que subraya la relevancia de tener mecanismos que mitiguen riesgos que protejan a la población de gastos catastróficos (UnADM, 2023).

Desde un enfoque de políticas públicas, el financiamiento en salud, debe ser manejado de manera eficiente y redistribuido de manera equitativa, dando prioridad a la cobertura universal para toda la población, así como enfocándose en el mejoramiento de la calidad de los servicios; se debe tener una correcta gestión y manejo para que los servicios de salud logren ser sostenibles en el tiempo; el Estado debe diseñar mecanismos como impuestos, contribuciones de seguridad social, entre otros.

3.1. IMPUESTOS SALUDABLES

Una estrategia de políticas públicas es el establecimiento de impuestos saludables que tiene una vía de recaudación para poder financiar presupuestos de salud, infraestructura sanitaria y educación en salud, y a su vez lograr una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos; por lo general estos son aplicados a bebidas azucaradas y alimentos procesados (WHO, 2013). Esto ha sido respaldado por múltiples estudios que muestran una correlación entre el aumento de precios y la disminución en la prevalencia de factores de riesgo como la obesidad y el tabaquismo.

Varios estudios, han demostrado que los impuestos sobre productos nocivos que afectan a la salud, pueden ser una estrategia y una herramienta efectiva a la hora de mejorar salud de la población y a su vez generar ingresos para el financiamiento de la salud. En las investigaciones de Summan y Laxminarayan (2017) se menciona que el aumento del precio del cigarrillo en un 10% tiene un efecto de reducir su consumo hasta en un 4% en países con ingresos altos y 8% en países con ingresos bajos; por otro lado, resaltar la importancia que tiene este tipo de mecanismos que pueden ser fuentes de financiamiento de gobiernos en ámbitos de salud y acciones sociales.

De otra parte, un estudio realizado en México muestra en evidencia que el impuesto a las bebidas azucaradas puede resultar en una reducción del 7,6% del consumo de estas bebidas en un año y en un segundo año del 11,7% (Colchero, 2017); este tipo de impuestos es fundamental para la lucha contra la obesidad y para enfermedades relacionadas con altos niveles de azúcar en la sangre como la diabetes tipo 2. Filipinas también aplicó una reforma fiscal respecto a este tipo de impuestos, que le permitió financiar programas de salud, subsidios a medicamentos focalizados y tener un mejoramiento en la infraestructura de salud, beneficiando a millones de filipinos (Quimbo, 2016).

Así mismo, países como Sudáfrica y Tailandia, aplicaron impuestos al tabaco, con la finalidad de poder financiar programas de salud y educación, logrando mejoras en la cobertura de los servicios de salud y a su vez la reducción del consumo de población con enfermedades relacionadas con el tabaquismo (Blecher, 2010; Ozer, 2020); si bien este tipo de impuestos son efectivos, siempre se cuenta con cierto nivel de resistencia desde el lado de la oferta, dado que las industrias pueden verse afectadas, sin embargo, los beneficios en salud pública deben prevalecer sobre los intereses privados.

Como se mencionó en párrafos precedentes el impacto económico que tienen las ENT a nivel mundial, especialmente en Latinoamérica y Ecuador, donde existen grandes desigualdades sociales, este costo puede ser elevando tanto para las familias como para el Estado, por lo que el incluir este tipo de estrategias pueden ser efectivas y beneficiosas tanto para las familias, pacientes y Estado, al reducir los gastos asociados a las complicaciones de las ENT.

Objetivos – general y específicos

Objetivo General

Analizar cómo los determinantes sociales y la ubicación geográfica influyen en la calidad de vida y el deterioro de la esperanza de vida de los pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) en Ecuador mediante un análisis de economía espacial, con el propósito de desarrollar recomendaciones de políticas que mejoren las condiciones de vida de estos pacientes.

Objetivos Específicos

1. Analizar las características socioeconómicas y demográficas territoriales de los pacientes estudiados con DM1, en las diferentes regiones de Ecuador.
2. Estimar el impacto que tienen los determinantes sociales en la calidad de vida de los pacientes, mediante una metodología de econometría espacial.
3. Proponer políticas públicas en base a los resultados del estudio, con la finalidad de mejorar la atención de salud integral de los pacientes con DM1.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque de econometría espacial para analizar los efectos de los determinantes sociales en la calidad de vida de los pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) en Ecuador. La elección de este enfoque se justifica por la necesidad de capturar la influencia de factores espaciales, como la ubicación geográfica del paciente y la proximidad a las instituciones médicas donde se cuenta con un profesional de la salud que atienda dicha enfermedad; estos efectos se miden en los resultados de salud de cada paciente (Anselin, 1988; LeSage & Pace, 2009).

Dado que la accesibilidad geográfica y las condiciones socioeconómicas pueden influir significativamente en la calidad de vida de las personas (WHO, 2019; International Socioeconomics Laboratory, 2021), en el caso de las personas con

DM1, estas variables también afectan los niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c), lo que refleja el control glucémico y, por ende, la calidad de vida de los pacientes. Se emplean modelos espaciales para evaluar cómo estas variables afectan el control glucémico de los pacientes.

Debido a que en Ecuador no se cuenta con un registro oficial de pacientes con DM1 gestionado por el Estado, la población para la investigación se abstrae de los registros administrativos de la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador (FDJE); es importante mencionar que ni el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) ni el Ministerio de Salud Pública (MSP) no cuentan con información desagregada para el caso de pacientes con DM1; esto debe resaltarse como un problema que puede limitar el diseño de estrategias efectivas, así como, el desarrollo de políticas públicas (Ruales, 2022; Veletanga, 2017)

La FDJE, como organización sin fines de lucro, ha asumido un rol crítico en la recopilación de datos socio-demográficos y clínicos de pacientes con DM1 en Ecuador. Estos registros incluyen variables como ubicación geográfica, nivel socioeconómico, acceso a servicios médicos y adherencia al tratamiento, información que no está disponible en fuentes gubernamentales (FDJE, 2024). Los criterios de inclusión empleados (diagnóstico confirmado de DM1, residencia en Ecuador durante 2020-2024 y disponibilidad de datos completos) garantizan la calidad y representatividad de la muestra, a pesar de las limitaciones inherentes a los registros no estatales. Se utiliza la totalidad de los registros disponibles en la base de datos de la fundación que cumplían con los criterios de inclusión. Los datos incluyen edad, género, nivel educativo, ingresos familiares, gasto en diabetes, tipo de empleo del jefe de hogar, años con diabetes, área de residencia y tipo de vivienda.

De otra parte, la calidad de vida de los pacientes con DM1 será la variable de interés de nuestro estudio y esta será medido a través de la Hemoglobina glicosilada (HbA1c); este valor corresponde al valor del último examen de laboratorio realizado por el paciente, mismo que representa el control de los

últimos tres meses; es importante resaltar que, dentro de la literatura médica la HbA1c es ampliamente utilizado para evaluar el manejo de la diabetes, así como su control y la mitigación de riesgos a largo plazo de la enfermedad (Nathan, 1993).

Es importante mencionar que, los niveles bajos de HbA1c se encuentran asociados a un mejor cuidado de la salud referente a los pacientes de DM1, por lo tanto, a una mejor calidad de vida (DCCT Research Group, 1993), por lo que para el estudio será nuestra variable de interés que será el proxy de bienestar en salud. No obstante, es necesario resaltar que el valor no captura aspectos relevantes como la salud mental y el apoyo social (Anderson, 2018)-

Análisis y Modelo Espaciales

Como se mencionó en la introducción de la presente investigación, la distancia entre los hogares de los pacientes y la ubicación geográfica de los centros de salud especializados que tienen la capacidad de atender a pacientes con DM1, juegan un papel fundamental para medir la accesibilidad de los mismos; sobre el cual se realiza un análisis de distribución espacial; tomando en cuenta la georreferenciación de las viviendas y de las casas de salud sobre el mapa político del Ecuador, con la finalidad de detectar concentraciones y patrones espaciales tanto en zonas urbanas como rurales; este tipo de estudio permite detectar desigualdades e inequidad en el acceso a los servicios de salud (Anselin, 1988).

Para medir la cobertura y el grado de influencia de cada institución médica especializada en el tratamiento de DM1, se generan isócronas de influencia en un rango de 30 a 60 minutos; es importante mencionar que la isócrona es una línea que conecta puntos en un mapa que son accesibles desde un determinado lugar en este caso las calles para poder acceder a la institución médica en un tiempo de viaje específico (Barthelemy, 2011), siendo esta una herramienta para

evaluar la accesibilidad espacial de los pacientes con DM1 (LeSage & Pace, 2009).

Si bien la OMS no establece un estándar universal para el tiempo que debería tener una persona para acceder a los servicios de salud, se ofrece recomendaciones de tiempo en un rango de 30 a 60 minutos desde áreas rurales y de difícil acceso, esto debido a que las distancias en este tipo de regiones suelen ser más largas y a su vez los recursos pueden ser mucho más limitados; esto dificulta la atención médica adecuada (World Health Organization, 2010)

Se evaluará la cobertura espacial de las instituciones médicas utilizando las isocronas generadas. Esto permitirá identificar zonas geográficas con baja cobertura y, por tanto, posibles desigualdades en el acceso a servicios de salud para los pacientes con DM1 (Morales, 2020).

La Evaluación de Dependencia Espacial es importante para determinar si los valores de HbA1c presentan dependencia espacial, se aplica el Test de Moran. Este test es una herramienta ampliamente utilizada para medir la autocorrelación espacial, es decir, si los valores observados en una variable, en este caso los niveles de hemoglobina, están espacialmente correlacionados (Anselin, 1995).

El Test de Moran generalmente es utilizado en modelos de econometría espacial, siendo una herramienta esencial para la identificación de dependencia espacial de los errores o de la variable dependiente (LeSage & Pace, 2009). En este punto cabe mencionar que, si el test muestra la existencia de auto correlación espacial significativa, indica que los métodos econométricos tradicionales pueden no ser adecuados para una estimación consistente e insesgada, debido a que los supuestos de independencia entre las observaciones en su mayoría no se cumplen.

En tales casos, es necesario emplear modelos espaciales, como los Modelos de Regresión Espacial Autoregresiva (SAR) o los Modelos de Error Espacial (SEM), para corregir este problema.

Adicionalmente se realizará una simulación de Monte-Carlo es particularmente útil en análisis espaciales debido a que minimiza el riesgo de interpretar erróneamente resultados en presencia de distribuciones no normales, proporcionando un enfoque más flexible y fiable para la evaluación de dependencia espacial (Cliff & Ord, 1981).

Modelo de Regresión Espacial Autoregresiva (SAR)

El Modelo de Regresión Espacial Autoregresiva (SAR) considera que la variable dependiente Y_i (en este caso, el nivel de HbA1c) en una ubicación i puede estar influenciada por el valor de la variable dependiente en ubicaciones cercanas. El modelo se plantea con la siguiente especificación matemática.

$$Y_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} Y_j + X_i \beta + \epsilon_i$$

Donde:

- Y_i es el nivel de HbA1c del paciente en la ubicación i .
- ρ es el coeficiente de autocorrelación espacial, que mide la influencia del nivel de HbA1c en las ubicaciones vecinas j sobre Y_i .
- w_{ij} es el elemento de la matriz de ponderación espacial W que define la relación espacial entre la ubicación i y j (Distancia entre las unidades espaciales).
- X_i es un vector de variables independientes en la ubicación i (determinantes sociales, acceso a servicios de salud, entre otros).
- β es un vector de coeficientes asociados a las variables independientes X_i .

- ϵ_i es el término de error aleatorio, que se asume independiente y con media cero (Anselin, 1988).

Modelo de Error Espacial (SEM)

El Modelo SEM es un modelo econométrico espacial en que se considera de la correlación o dependencia espacial se maneja dentro del proceso de error, esto debido a que los errores dependiendo de la situación geográfica pueden estar autocorrelacionados. A continuación, se presenta las fórmulas.

$$Y_i = X_i\beta + u_i$$

$$u_i = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij}u_j + \epsilon_i$$

Donde

- u_i es el término de error espacial
- λ es el coeficiente que mide la auto correlación espacial en los errores.
- ϵ_i es un término de error aleatorio independiente con media cero.

Modelo de Autorregresión Espacial con Efectos Mixtos (SARMA)

Es un modelo de econometría espacial que combina los modelos SEM y SAR con la finalidad de encontrar correlaciones espaciales tanto en la variable de interés como en los errores del modelo (Anselin, 2013).

$$Y = \rho WY + X\beta + \theta Wu + \epsilon$$

Donde:

- Y es el vector de la variable dependiente (HbA1c).
- W es la matriz de pesos espaciales.
- X es la matriz de variables independientes.
- β es el vector de coeficientes de las variables independientes.

- u es el vector de errores.
- ρ es el coeficiente autoregresivo espacial.
- θ es el coeficiente de media móvil espacial.
- ϵ es el término de error.

Modelo Regresión Geográficamente Ponderada (GWR)

Es un modelo econométrico espacial que sirve para identificar patrones locales y heterogeneidades que pueden ocurrir en ubicaciones geográficas específicas; en este modelo se espera que las variables independientes y los errores varíen de manera distinta (Fotheringham, 2002).

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) X_{ik} + \epsilon_i$$

Donde:

- Y_i es el nivel de HbA1c del paciente en la ubicación i .
- $\beta_0(u_i, v_i)$ es el intercepto local en la ubicación i , con coordenadas (u_i, v_i) .
- X_{ik} es el valor de la variable independiente k en la ubicación i .
- $\beta_k(u_i, v_i)$ es el coeficiente local para la variable independiente k en la ubicación i , con coordenadas (u_i, v_i) .
- p es el número de variables independientes en el modelo.
- ϵ_i es el término de error aleatorio en la ubicación i .

Pruebas de Robustez

Con la finalidad de tener resultados consistentes y válidos aplicamos las pruebas de robustez que se detallan a continuación:

Test de Moran: Sirve para detectar autocorrelación espacial en los datos, es decir, si los valores de ubicaciones cercanas localmente tienen a ser iguales o distintas en términos estadísticos (LeSage & Pace, 2009).

Multicolinealidad: Sirve para detectar si las variables explicativas o independientes se encuentran correlacionadas y son explicadas la una por la otra, la existencia de esta puede afectar las estimaciones y darnos resultados equivocados (White, 1980).

Homocedasticidad: Sirve para la detección de varianzas en los errores constante “homocedasticidad” o si es variable “heterocedasticidad”, esto podría estar sesgando los estimados, dando resultados no consistentes (White, 1980).

Test de Moran en los residuos de modelo: Sirve para detectar autocorrelación espacial dentro de los residuos; lo que permite tener un ancho para poder realizar mejoras al modelo y la estimación (Anselin, 1995).

Tratamiento de la base de datos

Para el tratamiento de la base de trabajo se busca tener variables limpias y completas sobre la base original de la Fundación con los registros originales. variables que nos permitan realizar un estudio referente de los determinantes sociales y su efecto en la calidad de vida de los pacientes con DM1 en Ecuador.

RESULTADOS

Características demográficas y socioeconómicas de los pacientes con DM1 en el Ecuador

En el presente apartado se analiza las características demográficas y socioeconómicas de las personas diagnosticadas con DM1 en Ecuador, en base a los datos recopilados de 2020 y 2024 por la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador; con la información desglosada según las tres regiones principales del país como Amazonía, Costa y Sierra, con la finalidad de identificar diferencias

en variables como edad, nivel de ingreso, control glucémico, gasto en tratamiento y tiempo desde el diagnóstico. A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos a partir del análisis de la muestra.

Los pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) en Ecuador presentan una estructura sociodemográfica diversa según tres regiones geográficas: Amazonía, Costa y Sierra. A continuación, se detallan las principales características de estos pacientes; mismas que pueden verse de manera detallada en la Tabla 1. Los resultados demuestran que en la Amazonía la media de edad es de 16,83 años con una desviación estándar de 4,16; lo que refleja la concentración en edades juveniles. En lo que respecta a la Costa, la media de edad es de 17,80 años con una desviación estándar de 7,61, mientras que, en la Sierra la edad asciende a 18,65 años con una desviación estándar de 9,01, teniendo una distribución más amplia en esta última dado que existe mucha más variabilidad.

En lo respecta al valor de HbA1c, en la Amazonía muestra un valor promedio de hemoglobina de 0,10, mientras que en la Sierra y costa es de 0,09 con 0,03 desviaciones estándar; con esto podemos inferir un valor relativamente igual en las diferentes regiones y con desviaciones estándar no más dispersas.

En lo que respecta al ingreso mensual promedio, en la región Amazónica las familias tienen un promedio de \$553,75, costa con \$544,09 y Sierra con \$531,88 con desviaciones estándar de 167,50, 168,08 y 176,11 respectivamente, si bien los ingresos promedios parecen relativamente similares, la dispersión de las mismas si tiene mayor variación en la región Sierra.

De otra parte, en lo que se refiere al gasto en el tratamiento de la diabetes, en la región Amazónica se tiene un gasto promedio para el tratamiento de la DM1 de \$81,88 con una desviación estándar de 34,84, este resultado casi duplica al gasto que se tiene en Costa que es de \$48,03 con una desviación estándar de 34,59 y de igual manera la Sierra con un gasto promedio de \$57,17 con una desviación estándar de 44.95; estas diferencias marcadas principalmente con la región Amazónica pueden deberse a las grandes desigualdades en el acceso a la atención y a los medicamentos adecuados.

Finalmente, en lo referente al tiempo desde el diagnóstico de diabetes en la región Amazónica los pacientes tienen un promedio de 5,63 años con la enfermedad con una desviación estándar de 2,56, con un promedio de año de 8,06 en la costa y 7 años en la sierra con desviaciones estándar de 5,79 y 5,66 respectivamente; lo que podría reflejar que existen un mayor número de casos recientes o la detección temprana de casos en esta zona.

En suma, podemos concluir que las características sociodemográficas de los pacientes varían entre las diferentes regiones y cada una se ajusta a una realidad heterogénea diferente.

Tabla 1. Características demográficas y socioeconómicas de los pacientes con DM1 en Ecuador

Variable	Amazonía		Costa		Sierra	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Edad	16,83	4,16	17,80	7,61	18,65	9,01
Valor HbA1c	0,10	0,02	0,09	0,03	0,09	0,03
Ingreso mensual promedio	553,75	167,50	544,09	168,08	531,88	176,11
Gasto en diabetes	81,88	34,84	48,03	34,59	57,17	44,95
Años con diabetes	5,63	2,56	8,06	5,79	7,00	5,66

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

Por otro lado, es importante mencionar que la distribución por sexo de la muestra denota que existe una ligera mayoría femenina, con el 53,80% de las personas, mientras que los hombres representan el 46,20%; sin embargo, esta diferencia no es muy marcada, pero podría ser relevante si existiría una brecha amplia.

En lo que respecta al área de residencia, se observa que existe una predominancia urbana, ya que el 75,15% de los participantes habita en zonas urbanas, mientras que, el 24,85% corresponde a la zona rural; dichos resultados

se encuentran alienados con las dinámicas sociales y al acceso del levantamiento de la información donde esta última podría estar subrepresentada. De otra parte, la distribución regional, más de la mitad de las personas proviene de la región Sierra misma que tiene una proporción del 58,77%, seguidos de la región Costa con el 38,89%, todo esto en contraste con la región Amazónica donde apenas representa el 2,34%. Esta disyuntiva entre las regiones puede deberse a la que no todos los pacientes con DM1 han sido levantados; por lo que esto aún representa un desafío importante el poder contar con toda la información representativa nacional.

Por otro lado, en lo referente al tipo de vivienda, se puede observar que el 46,2% de las personas no informaron su forma de tenencia, entre las personas que si reportaron su información tenemos que el 26,9% habitan en viviendas arrendadas y el 21,35% poseen una vivienda propia, el 4,39% en viviendas familiares y el 1,17% lo hace en viviendas prestadas.

Finalmente, en lo que corresponde a la ocupación del jefe de hogar, el 30,41% de personas no informan su situación laboral, el 20,18% corresponden a empleados públicos, 10,23% a empleos privados, seguidos por comerciantes con el 7,89%, desempleados con el 8,48% y obreros con el 7,60%; por otro lado, ocupaciones como agricultor, artesano, conductor, docente, jubilado o personal de seguridad tienen una representación marginal.

Tabla 2. Características demográficas y socioeconómicas de los pacientes con DM1 en Ecuador

Variable	No	%	%acumulado
Sexo			
Femenino	184	53.80	53.80
Masculino	158	46.20	100.00
Total	342	100.00	
Área			
Rural	85	24.85	24.85
Urbana	257	75.15	100.00
Total	342	100.00	

Región			
Amazonía	8	2.34	2.34
Costa	133	38.89	41.23
Sierra	201	58.77	100.00
Total	342	100.00	
Tipo de Vivienda			
Arrendado	92	26.90	26.90
Casa Familiar	15	4.39	31.29
No registra	158	46.20	77.49
Prestado	4	1.17	78.65
Propio	73	21.35	100.00
Total	342	100.00	
Ocupación			
Agricultor	8	2.34	2.34
Artesano	5	1.46	3.80
Comerciante	27	7.89	11.70
Conductor	5	1.46	13.16
Desempleado	29	8.48	21.64
Docente	2	0.58	22.22
Empleado público	69	20.18	42.40
Empleado privado	35	10.23	52.63
Jubilado	8	2.34	54.97
Negocio propio	23	6.73	61.70
No informa	104	30.41	92.11
Obrero	26	7.60	99.71
Seguridad	1	0.29	100.00
Total	342	100.00	

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

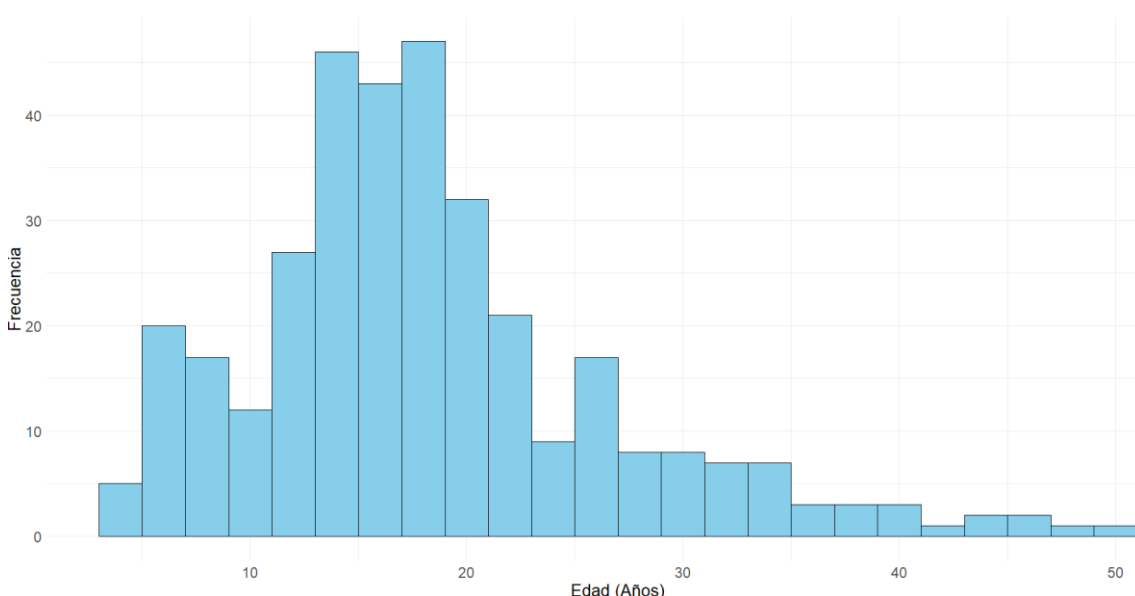
De otra parte, el histograma muestra la distribución de edades de los pacientes, evidenciando que la mayoría se encuentra entre los 10 y 25 años. Se observa un pico pronunciado entre los 15 y 20 años, lo que indica que la mayor parte de los casos se concentran en la adolescencia y la juventud temprana. Se puede observar que, a partir de los 25 años, el número de pacientes disminuye de manera sostenida, dado que a medida que pasan los años se registran muy pocos pacientes, esto puede reflejar una realidad sobre la calidad de vida y esperanza de vida de los pacientes.

Si analizamos la distribución de los datos de manera estadística podemos ver que existe un sesgo hacia la cola derecha; esto quiere decir que hay menores

cantidades de personas con DM1 en edades avanzadas; mientras que los casos más concentrados se evidencian dentro de la población joven.

El punto de mayor concentración de pacientes se encuentra alrededor de los 15-20 años, donde la frecuencia alcanza aproximadamente 50 casos por intervalo. Esta tendencia es consistente con lo que se conoce sobre la diabetes tipo 1, la cual suele diagnosticarse con mayor frecuencia en la infancia y la adolescencia.

Ilustración 1. Distribución de edad de los pacientes con DM1



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

Por otro lado, El histograma muestra la distribución de los años con diagnóstico que tiene un paciente con DM1, aquí se puede evidenciar que, existe una marcada concentración de pacientes con un diagnóstico temprano, es decir que pudieron ser recientemente detectadas; como se había mencionado anteriormente, la detección de la enfermedad en años tempranos es mejor, dado que se puede tener un tratamiento oportuno a tiempo, para el mejoramiento de la esperanza de vida.

De otra parte, se observa que los datos se concentran en casos con 2 a 4 años con diabetes, mismos que superan los 90 casos, de estos datos se evidencia le

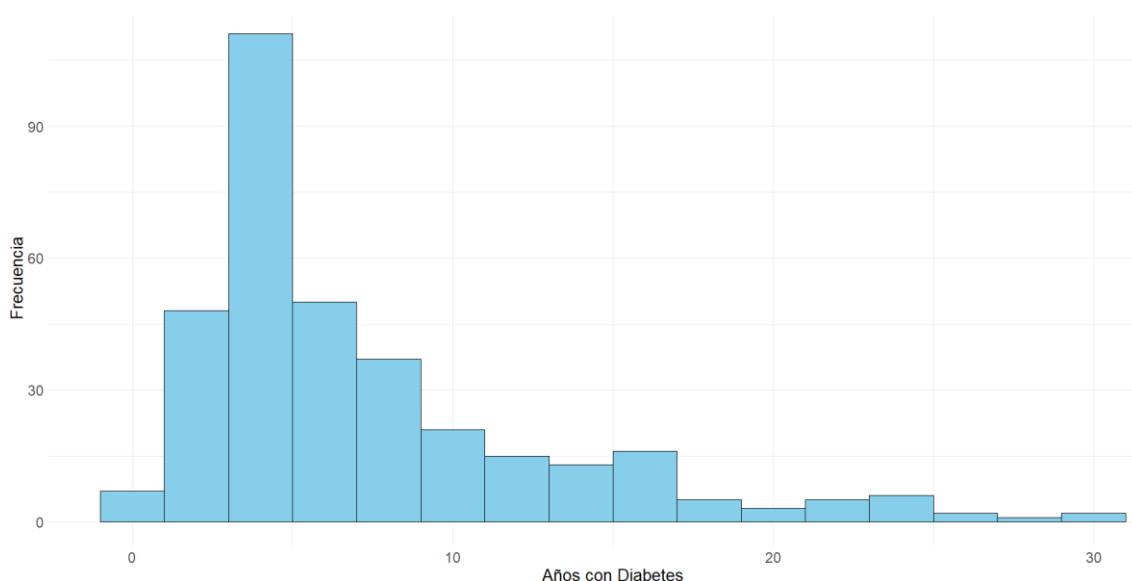
siguen aquellos con 5 a 6 años con la enfermedad y de igual manera de 7 a 8 años, es evidente que a medida que los años con diagnóstico incrementan, esta frecuencia decae de manera sostenida.

En lo que respecta a la distribución observación que los pacientes han convivido con la enfermedad un tiempo relativamente corto, pero si existen pacientes que pueden tener más de 15 años con su diagnóstico. Sin embargo, también se observan algunos casos aislados con hasta 30 años de diagnóstico, aunque en muy baja proporción.

En resumen, el gráfico refleja que la mayoría de los pacientes con DM1 en esta muestra han sido diagnosticados en los últimos años, lo que sugiere una población mayoritariamente joven o recientemente diagnosticada, con una presencia mucho menor de casos de larga evolución.

En conjunto, el gráfico evidencia una diversidad ocupacional significativa entre los jefes de hogar, predominando el empleo privado y público, junto con una proporción no menor de trabajadores independientes y desempleados. La alta cantidad de respuestas sin información limita parcialmente el análisis, pero aun así permite reconocer tendencias generales en la composición socioeconómica de los hogares de pacientes con DM1.

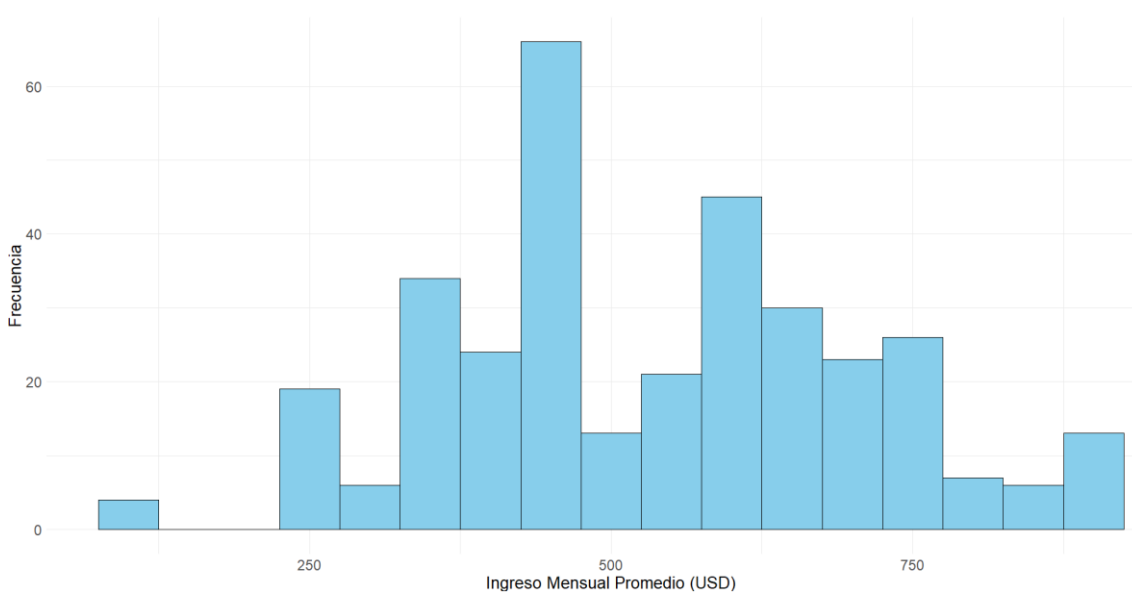
Ilustración 2. Distribución de años con diagnóstico con DM1



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

En lo que respecta al ingreso podemos observar que la distribución se encuentra centrada en una media de \$500 dólares, mostrando una distribución asimétrica, si bien existen ingresos medios bajos que van desde \$250 a \$750, se evidencia que existen familias con ingresos más altos.

Ilustración 3. Ingreso Mensual promedio de los pacientes con DM1

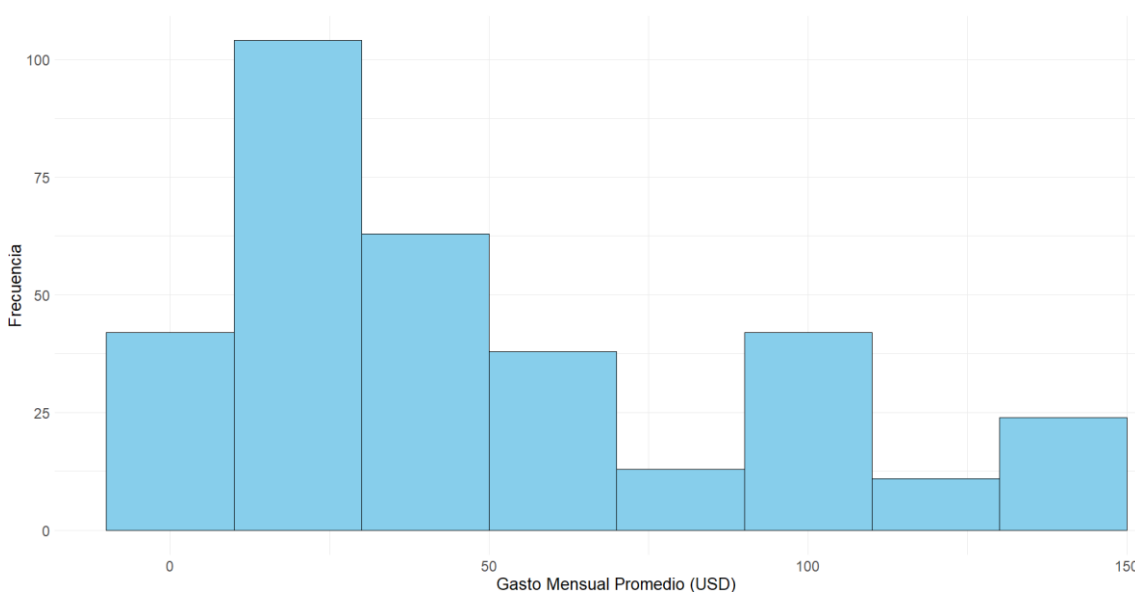


Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

Se puede evidenciar que el histograma muestra que el gasto mensual promedio es bajo en todas las regiones lo que podría asociarse a una limitación en el acceso de recursos y la gestión de la enfermedad; si bien se observa que los gastos se distribuyen en mayor proporción entre los \$20 y \$40 dólares mensuales existen grupos que superan los gastos a \$100 dólares, aunque esta sea un valor de menor proporción.

Esto nos lleva a concluir que existe un patrón de gasto desigual, siendo esto característico de las barreras que tienen los pacientes en lo que respecta a la atención integral y el acceso a medicamentos; así como podría reflejar un control no adecuado de su salud y de la enfermedad.

Ilustración 4. Gasto Mensual promedio de los pacientes con DM1



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Resultados del Análisis Espacial y aplicación Econométrica

La Distribución Espacial de Instituciones de Salud y viviendas de pacientes con DM1 se muestran en la Ilustración 10, se representa la distribución geográfica de las instituciones de salud (en rojo) y las viviendas de pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) (en azul) dentro del mapa político de Ecuador.

El análisis revela que las instituciones de salud están mayoritariamente concentradas en zonas urbanas, particularmente en la Sierra (cerca de Quito y sus alrededores) y algunas ciudades de la costa. En contraste, existen regiones rurales subatendidas, en especial en la Amazonía y en el sur de la Sierra.

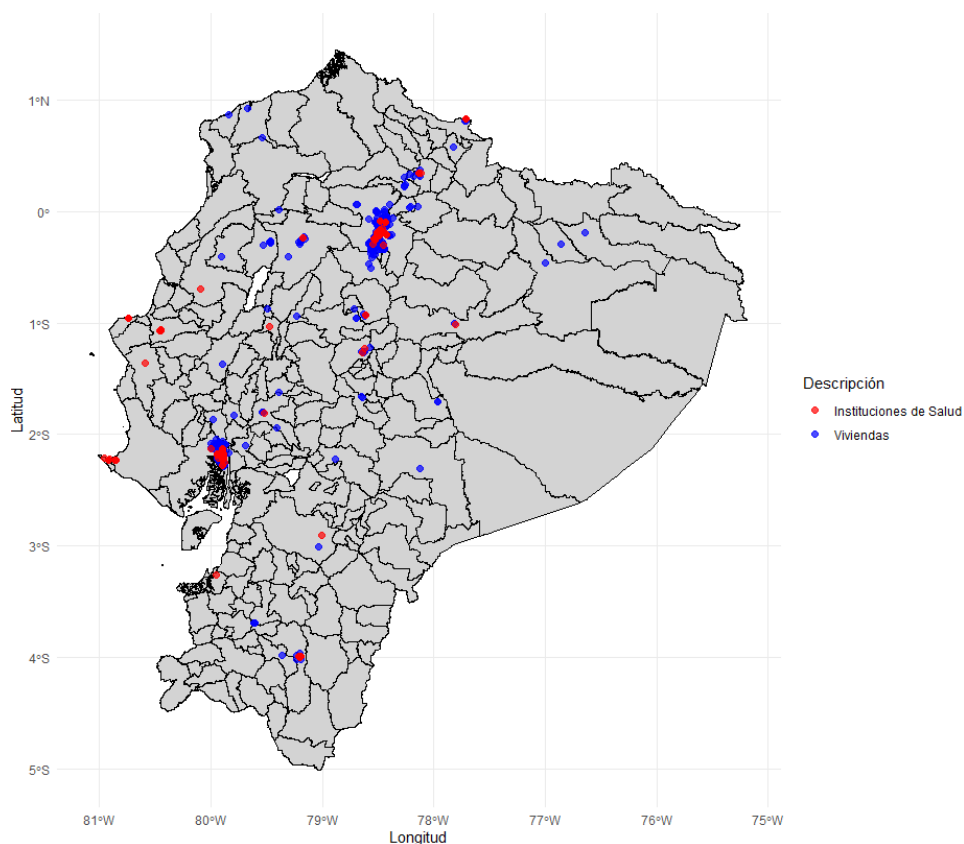
En la ilustración podemos evidenciar que los pacientes con DM1 se encuentran concentrados en zonas urbanas; sin embargo, también se observan casos que se encuentran en zonas rurales donde podrían tener barreras de acceso inmediato a los centros de salud especializados cercanos; lo que esto conllevaría es a tener desplazamientos largos para poder acceder a una atención de salud; siendo esto una problemática para el paciente y para las familias; siendo que, esto puede traducirse en un mayor gasto indirecto asociado a la DM1.

De otra parte, también se evidencia como los centros de salud especializados en el tratamiento de DM1 se encuentran fuertemente concentrados en áreas urbanas, si bien estos pueden deberse a la densidad poblacional, disponibilidad de recursos e infraestructura de transporte; sin embargo, también podría deberse a una falta de planificación y asignación de recursos adecuados; evidenciando una inequidad en la atención de servicios de salud prioritarios.

Por otro lado, es importante mencionar que, el grado de cobertura de las instituciones de salud que atienden pacientes de DM1 muestran la accesibilidad espacial a los servicios de salud por parte de la población; para lo cual se generaron isocronas¹ de 30 y 60 minutos alrededor de las instituciones médicas especializadas en DM1. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un tiempo de acceso entre 30 y 60 minutos es considerado aceptable, dependiendo de la región y el tipo de atención requerida (World Health Organization, 2010).

¹ Isocronas: líneas que conectan puntos que se pueden alcanzar en el mismo tiempo desde un lugar de origen.

Ilustración 5. Distribución Espacial de Instituciones de salud y viviendas de pacientes con DM1



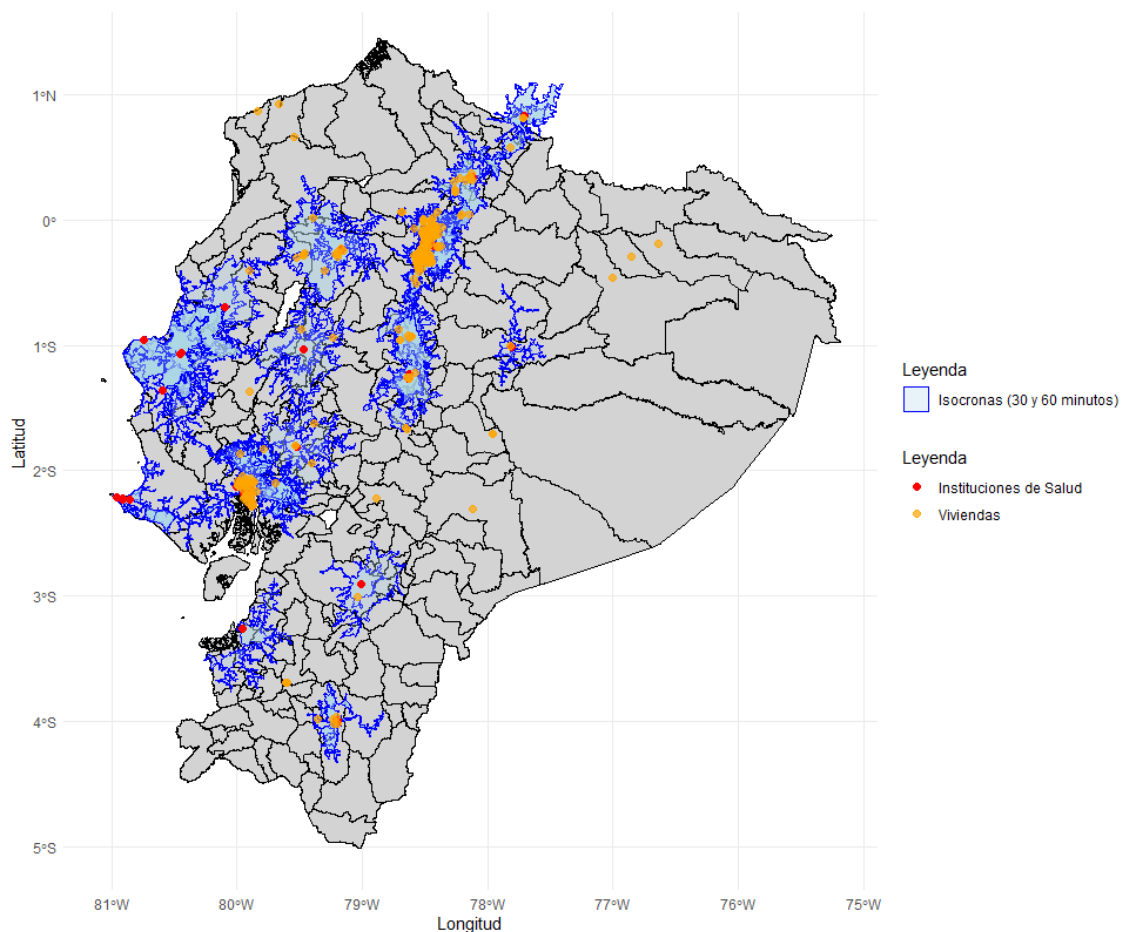
Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

En lo que respecta a la cobertura de los centros médicos especializados podemos observarlos en la ilustración 6; se puede observar como la mayoría de pacientes se encuentran a 30 minutos de distancia de su hogar hacia el centro de salud; no obstante, los pacientes que se encuentran en zonas rurales, no tienen ningún tipo de cobertura hospitalaria, dejando en evidencia la desigualdad de acceso en la atención de salud prioritaria.

Los puntos naranjas del mapa corresponden a las viviendas de los pacientes con DM1, mientras que las isócronas se encuentran con bordes azulados en una cobertura de 30 a 60 minutos; las viviendas en zonas urbanas deben incrementar su gasto en transporte para poder acceder a un centro de salud especializado; cabe recordar que los puntos naranjas no son cualquier centro de salud, sino que corresponden centros médicos especializados que pueden tratar la enfermedad.

Este hallazgo es fundamental, ya que, resalta la importancia de generar estrategias para el mejoramiento de la atención y el acceso de zonas rurales para cerrar esa brecha de inequidad; de otra parte, es evidente la generación de estrategias adecuadas dentro de estas áreas como procesos educativos y capacitación tanto a los centros de salud como a la comunidad; además del mejoramiento de vías de acceso e infraestructura en transporte.

Ilustración 6. Cobertura de Instituciones de salud que atienden pacientes con DM1



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

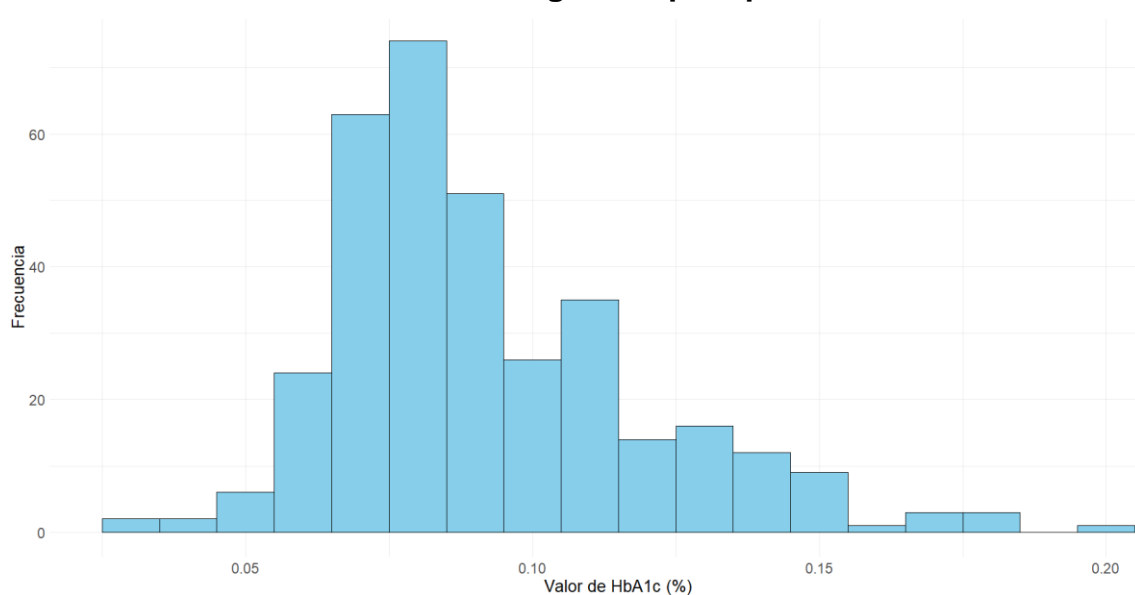
Dependencia Espacial de la Hemoglobina (HbA1c)

Con la finalidad de verificar la dependencia espacial de los niveles de hemoglobina, como proxy del bienestar de salud de los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1), se aplica el test de Moran, mismo que considera la proximidad de los hospitales.

En la Ilustración 7 podemos ver la distribución sesgada hacia la cola derecha, evidenciando que los pacientes al momento no están logrando valores de glucosa adecuados; es importante mencionar que la American Diabetes Association (2024), menciona que para un valor de HbA1c sea inadecuado debe encontrarse superior al 7%.

Dentro de la gráfica podemos observar que los valores de la distribución presentan picos altos entre el 9% y 10%, siendo pacientes que requieren intervenciones urgentes para el mejoramiento de su salud y el tratamiento de la enfermedad con la finalidad de reducir riesgos futuros; para la aplicación del Test de Moran se aplica una normalización a los datos, para homogenizar los resultados.

Ilustración 7. Distribución de Hemoglobina para personas con DM1



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

Como complemento para el test de Moran, se utilizó una simulación de Monte-Carlo; esto con la finalidad de evaluar la significancia de la autocorrelación espacial, dicha técnica es utilizada fundamentalmente cuando los supuestos clásicos del test no se cumplen o cuando se está trabajando con datos pequeños o altamente irregulares. A través de esta técnica, se generan múltiples permutaciones aleatorias de los datos para comparar los resultados observados con una distribución esperada bajo la hipótesis nula de no autocorrelación espacial. Esto permite obtener estimaciones más robustas del valor p , especialmente cuando los datos presentan estructuras espaciales complejas o heterogéneas (Anselin, 1995).

El valor p obtenido es 0,004; lo que es muy significativo. Esto indica que rechazamos la hipótesis nula de que no existe autocorrelación espacial en los niveles de hemoglobina (\log_{HbA1c}). En este caso, al aceptar la hipótesis alternativa ("greater"), los resultados sugieren que los niveles de hemoglobina no siguen un patrón aleatorio en el espacio, sino que están distribuidos de manera dependiente espacialmente.

Sin embargo, dado que el estadístico de Moran es negativo, es decir "-0,003", podemos interpretarlo como una autocorrelación negativa; esto nos quiere decir que, los valores de la hemoglobina pueden ser dispersos en el área geográfica, es decir que pacientes que residen relativamente cerca podrían tener niveles no parecidos espacialmente.

Analizando el valor de p el mismo que es significativo, podemos inferir que existe una dependencia espacial débil y negativa, por lo que la cercanía a centros de salud no necesariamente mejora los niveles de hemoglobina, así como la calidad de vida, esto podría reflejar la heterogeneidad del problema, donde existen diversos factores que pueden estar incidiendo en este tipo de valores.

Tabla 3. Simulación Monte-Carlo del Teste de Moran I

Statistic	-	0,003	observed rank	996	p-value	0,004
alternative hypothesis		greater				

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Test de Moran por polígonos

Con la finalidad de mejorar la robustez de nuestros resultados, realizamos el Test de Moran por puntos; mismo que es útil para analizar la autocorrelación espacial basada en la ubicación exacta de los puntos. Sin embargo, dada la complejidad de los datos, se puede realizar el Test de Moran por polígonos, es decir áreas geográficas amplias con zonas de influencia grande.

Este tipo de Test permite abstraer de mejor manera los efectos espaciales con escalas adecuadas, ya que pueden generar polígonos o áreas de agregación de puntos espaciales; estos pueden identificar patrones de autocorrelación que no son evidentes a nivel individual (Anselin, 1995, Chasco Yrigoyen, 2003).

Los resultados nos arrojan que no existe una correlación espacial significativa, por lo que los datos evidencian que los valores de HbA1c están distribuidos de manera aleatoria en el espacio; bajo lo cual, no existe evidencia alguna de agrupamientos en valores altos o bajos en los polígonos agregados geográficamente. Esto implica que la cercanía geográfica entre las áreas analizadas no influye de manera significativa en los niveles de HbA1c, lo que sugiere que otros factores no espaciales podrían estar afectando la distribución de estos valores en la población.

Tabla 4. Test de Moran por Polígonos

Estadístico	Valor
Moran I statistic	-0,033
Expectation	-0,012
Variance	0,004
Standard deviate	-0,333
p-value	0,630

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Test Local de Moran (LISA)

Continuando con el análisis, dado que es de nuestro interés el análisis de distancia geográfica y las ubicaciones de las viviendas de los pacientes con DM1, mismas que son dispersas y heterogéneas, optamos por un “Teste de Moran Local”; este test permite tener agrupaciones con valores altos o bajos, conocidos como "hotspots²" o "coldspots³" (Chasco Yrigoyen, 2003). Este tipo de análisis es fundamental donde se pueden detectar zonas con concentraciones de esta tipología en la hemoglobina.

Dentro del análisis podemos determinar que las áreas que se encuentran en rojo en la Ilustración 8, existe una autocorrelación espacial negativa significativa; esto quiere decir que los pacientes con DMQ difieren de manera notable con sus vecinos; puede ser causado por la variabilidad del acceso a los servicios médicos, así como los controles individuales de la diabetes y el seguimiento adecuado de los tratamientos.

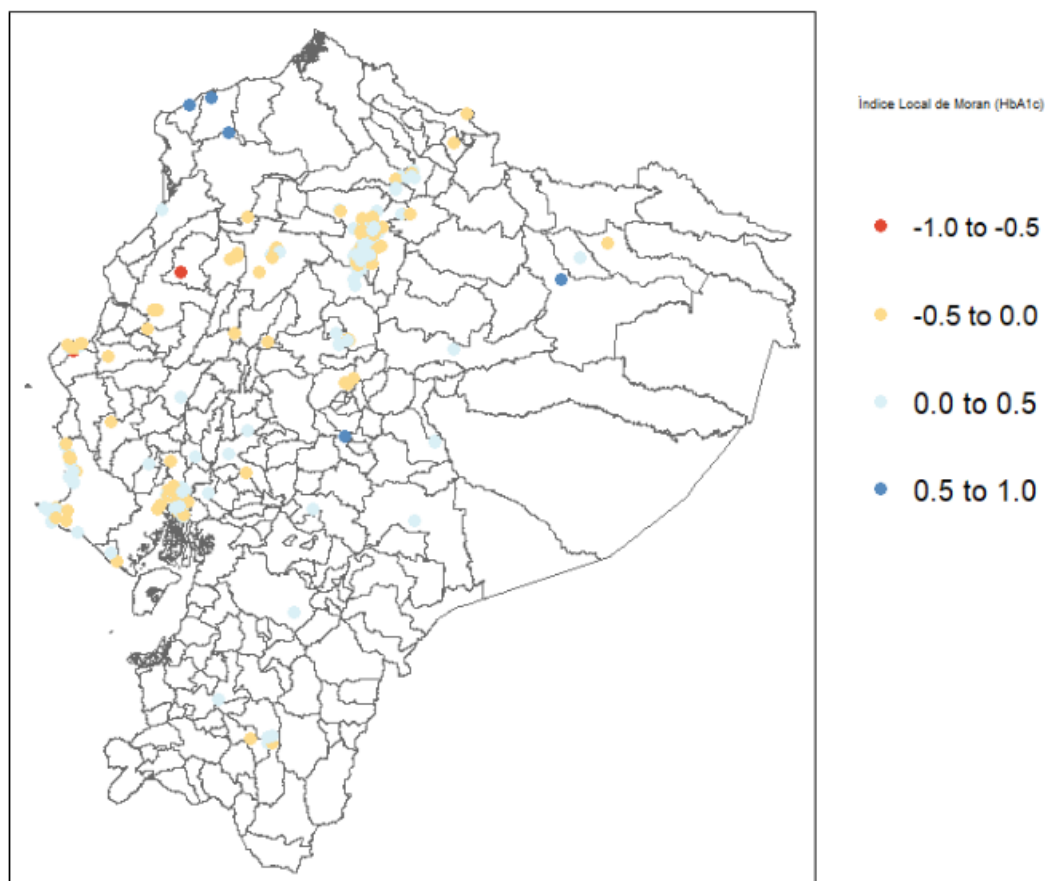
En lo que respecta las áreas amarillas poseen una correlación negativa menos intensa, sin embargo, aún se presenta disparidades entre los pacientes con DM1 y sus vecinos; estas áreas pueden representar barreras de acceso moderadas a los servicios médicos, de otra parte, de igual manera se puede ver de manera afectada la desigualdad en el acceso al tratamiento de la enfermedad.

² Hotspots: zonas con valores significativamente altos agrupados.

³ Coldspots: zonas con valores significativamente bajos agrupados.

Finalmente, las áreas celestes nos indican una autocorrelación positiva, evidenciando que los niveles de hemoglobina entre sus vecinos si son parecidos; por lo que los niveles de control pudieran estar al mismo nivel, esto refleja claramente la homogeneidad en el acceso de servicios de salud y control de diabetes.

Ilustración 8. Test de Moran Local para la distancia



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

Test Local de Moran para Distancia y Hemoglobina (Bi-LISA)

Este análisis del Índice Local de Moran Bivariado (Bi-LISA) para la relación entre los valores de hemoglobina (HbA1c) y la distancia a los hospitales revela patrones espaciales variados entre las provincias de Ecuador. A continuación, se describen los hallazgos más relevantes agrupados por tendencias.

El mapa presentado muestra los resultados del Índice Local de Moran Bivariado (Bi-LISA) entre los valores de HbA1c (hemoglobina) y la distancia a los hospitales para diferentes regiones de Ecuador. Este análisis nos ayuda a entender si existe alguna autocorrelación espacial entre estos dos factores, lo que implica identificar si las áreas cercanas entre sí comparten patrones similares en términos de control de diabetes (HbA1c) y su relación con la distancia a los centros de salud.

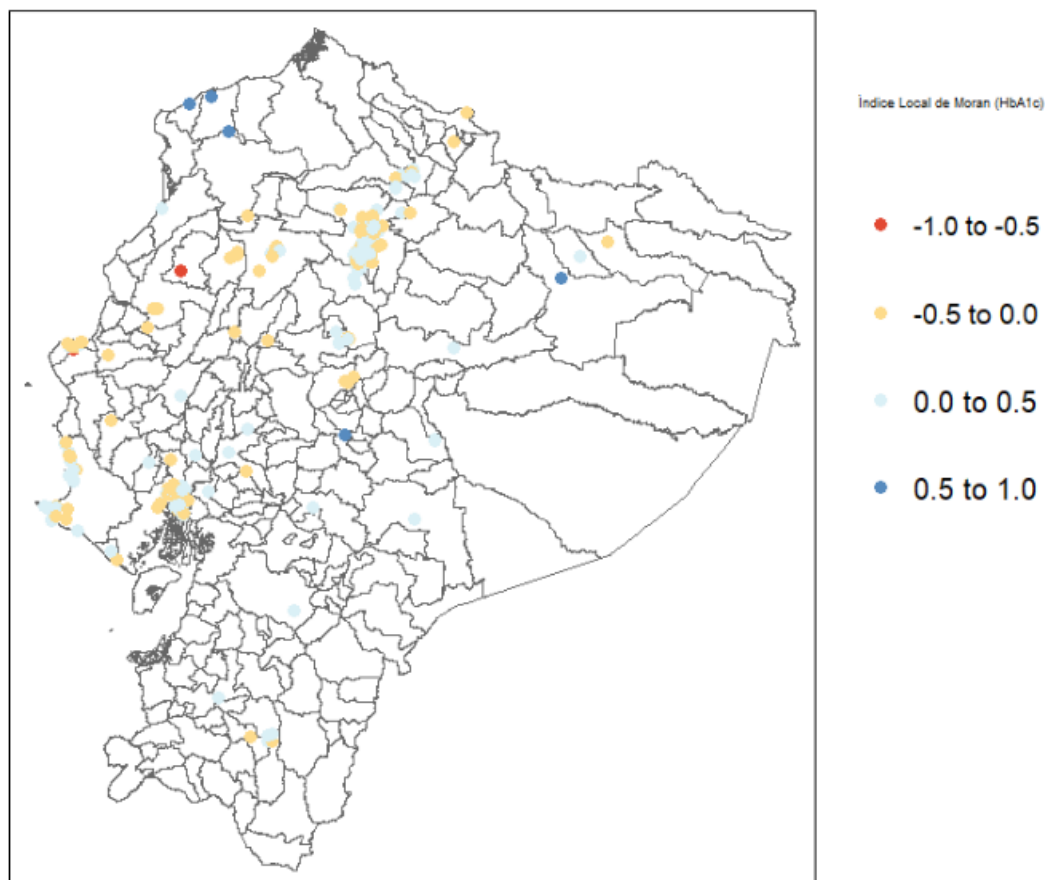
Las zonas de color rojo y naranja muestran una correlación negativa, es decir que, en estas zonas la distancia entre hospitales se encuentra relacionada con valores de hemoglobina deteriorados; esto quiere decir que a medida que la distancia se incrementa entre las viviendas y los centros de atención médica existe un peor control de los valores de HbA1c; por lo que su calidad de vida puede verse deteriorada.

En lo que respecta a las zonas azul claro y azul oscuro, estas muestran una correlación positiva, es decir que áreas de cercanía o lejanía de los hospitales puede no estar afectando de manera sustancial en los controles de la HbA1c, siendo otros factores los que pudieran estar modificando dichos valores dentro de la salud de los pacientes con DM1.

Finalmente, las áreas que se encuentran de color amarillo, nos indican un autocorrelación débil o nula, destacando que la distancia de los hospitales y los niveles de hemoglobina no tienen ningún tipo de relación.

Para ser mucho más ácidos en nuestros resultados, también aplicamos un test de Moran local por provincia, para poder ratificar la dependencia espacial por localidad (viviendas) y hospitales; y de esta manera verificar su distribución y relación espacial.

Ilustración 9. Test de Moran Local para la distancia entre vivienda e institutos de salud



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador
Elaboración: David Gallegos Coello

El análisis revela datos importantes a nivel provincial; tenemos un promedio LISA en Orellana de 1,47 y Chimborazo de 1,07; es decir que personas con niveles altos de hemoglobina se agrupan en ciertos lugares geográficos; es decir que en estas provincias que están mas alejadas de los centros de salud especializados, esto nos puede revelar las barreras de acceso y no tener un adecuado control de la enfermedad.

En lo que respecta a provincias como Esmeraldas presenta un promedio LISA de -1,344 y Sucumbíos con -0,865; esto nos indica la heterogeneidad que existe en estos espacios geográficos, dado que existe una distribución dispareja en los resultados de la HbA1c, en otras palabras dentro de estas zonas, hay personas que tienen buen acceso a centros de salud y que tienen y buen control de su

enfermedad, y a su vez, dentro de las mismas zonas, existe el caso contrario, que tienen un mal acceso a hospitales y con un control deteriorado de sus niveles de hemoglobina; esto evidencia la disparidad y la desigualdad socioeconómica dentro de las mismas regiones y la población no tienen los mismas oportunidades de atención especializada.

En resumen, el análisis de Bi-LISA nos proporciona un análisis integral para poder verificar particularidades geográficas y diferencias socioeconómicas de cada provincia; esto nos puede indicar focos de atención que deben ser atendidos por el Estado, donde se deben generar estrategias y políticas de atención con la finalidad de cerrar brechas de desigualdad en el acceso a la salud integral, para los pacientes con DM1.

Tabla 5. Test de Moran Local por provincia

PROVINCIA	min_lisa	max_lisa	mean_lisa
Carchi	-0,039	0,106	0,026
Chimborazo	0,960	1,174	1,067
Cotopaxi	-0,061	0,217	0,008
El Oro	-2,039	2,152	0,479
Esmeraldas	-2,367	-0,152	-1,334
Guayas	-0,464	0,558	0,005
Imbabura	-0,708	0,401	-0,068
Loja	-1,062	0,749	-0,228
Los Ríos	-0,545	0,058	-0,172
Manabí	-0,951	0,743	-0,005
Morona Santiago	0,480	1,038	0,759
Orellana	0,963	1,984	1,473
Pichincha	-1,503	1,081	0,007
Santa Elena	-0,892	0,788	-0,112

Santo Domingo	-0,399	1,117	0,333
Sucumbíos	-0,865	-0,865	-0,865
Tungurahua	-0,203	-0,054	-0,129

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Modelos Espaciales

Dadas las disparidades locales identificadas en el análisis del Índice Local de Moran Bivariado, es razonable considerar la aplicación de un modelo espacial. El hecho de que existan patrones de autocorrelación positiva y negativa en diferentes provincias sugiere que las relaciones espaciales juegan un papel importante en la distribución de los valores de hemoglobina (HbA1c) en relación con la distancia a los hospitales.

Dado que el análisis LISA nos muestran que existe una autocorrelación espacial significativa tanto al nivel negativo como positiva; nos quiere indicar que los valores de la hemoglobina no se encuentran distribuidos aleatoriamente en el espacial; por lo que existen patrones espaciales y geográficos que pueden ser modelados con técnicas econométricas.

Estos patrones que pueden ser modelados con la demostración de la existencia de la autocorrelación espacial; nos pueden indicar que el factor como la distancia de los centros de salud, pueden influir de manera dispereja dependiendo de la ubicación de residencia del paciente con DM1; para extraer la información respectiva y capturar los patrones se aplicaron modelos econométricos espaciales especializados.

Con la finalidad de obtener resultados robustos en la estimación econométrica, se probó cuatro modelos espaciales: Modelo SAR (Spatial Autoregressive Model), Modelo SEM (Spatial Error Model), Modelo SARMA (Spatial Autoregressive Moving Average Model) y el modelo GWR (Geographically Weighted Regression).

Los resultados nos muestran que: el Modelo SAR (Incorpora la autocorrelación espacial mediante un parámetro de regresión “rho”), no encuentra evidencia de que los niveles de HbA1c en una ubicación específica sean afectados por valores cercanos. De manera similar, el Modelo SEM (Examina la dependencia espacial en los errores), no muestra un coeficiente lambda significativo, lo que indica una baja influencia de factores no observados con variabilidad espacial. Finalmente, el Modelo SARMA combina ambas estrategias, refuerza estos hallazgos al no detectar patrones espaciales significativos en la variable dependiente. Todos estos resultados se encuentran a detalle en los Anexos del presente documento.

Aplicación del Modelo Geographically Weighted Regression (GWR)

Una vez estimados los modelos SAR, SEM y SARMA, podemos evidenciar que no existe una autocorrelación a nivel global, sin embargo, como lo describimos en los párrafos que anteceden existe evidencia de patrones de autocorrelación a nivel local, para abstraer toda la información y la estimación requerida utilizamos el modelo Geographically Weighted Regression (GWR), mismo que permite modelar patrones espaciales a nivel local y permiten capturar diferencias espaciales más especializadas.

La principal diferencia del modelo GWR, es que permite que los coeficientes varíen a nivel local; dado que en Ecuador las regiones presentan diferencias locales espaciales y regionales heterogéneas; ya que los factores como distancia a hospitales, ingreso y gasto promedio en diabetes tiene efectos distintos

dependiendo de la ubicación geográfica tanto de la vivienda como de los centros de salud.

- **Distancia a hospitales:** Aunque el coeficiente es pequeño en magnitud, su impacto es significativo en algunas áreas, lo que sugiere que la accesibilidad geográfica puede desempeñar un papel en los niveles de HbA1c en ciertas regiones como la Costa y Amazonia.
- **Sexo y edad:** En ciertas regiones, los hombres presentan niveles más altos de HbA1c en comparación con las mujeres, aunque el efecto es heterogéneo. El promedio de edad de la muestra es de 18 años en este periodo de tiempo.
- **Ocupación del jefe de hogar:** El tener un negocio propio se asocia con niveles más altos de HbA1c, lo que podría reflejar diferencias en acceso a la atención médica y condiciones socioeconómicas. Estos negocios propios podrían ser emprendimientos, los cuales no reflejan ingresos altos hasta la madurez del negocio en caso de desarrollarse favorablemente.

Análisis de los Resultados del Modelo GWR sobre la relación entre distancia y niveles de hemoglobina en Ecuador

Dado que el Modelo GWR nos permite realizar estimaciones a nivel local, podemos estimar coeficientes heterogéneos entre la distancia de las casas de salud y los niveles de hemoglobina, en la Ilustración 10 podemos observar la visualización obtenida de la estimación.

Las unidades territoriales se representan en el mapa, ubicándolos geográficamente mediante longitud y latitud tanto en las viviendas de los pacientes con DM1 y los centros de salud; estas unidades representan un coeficiente estimado a nivel local y representa su variación entre las diferentes áreas.

A nivel de estimación general, podemos observar que en gran parte del territorio ecuatoriano los coeficientes de la estimación son bajos, es decir se encuentran entre 0,000000028 y 0,000000033. Estos resultados, reflejados en tonos azules claros en el mapa, sugieren que en gran parte del país la distancia no tiene una influencia significativa sobre los niveles de HbA1c. Es decir, el efecto de la distancia posiblemente entendida como el acceso geográfico a servicios de salud o centros de atención especializada, parece ser débil o nulo en la mayoría de los casos.

Sin embargo, se pueden identificar ciertas zonas donde los coeficientes estimados presentan valores ligeramente elevados. Dentro de la Ilustración se pueden observar las áreas de color verde y amarillo; se identifican este tipo de patrones en sectores principalmente de la Costa y ciertas localidades de la Sierra central y Sierra sur; esto nos puede indicar que existe cierto nivel de agrupamiento de pacientes con HbA1c, que indican que tienen mayores niveles de accesibilidad en atención y un mejor control de la enfermedad.

Como primer punto relevante, podemos determinar que la distancia y los niveles de HbA1c no es constante, sino que presenta patrones heterogéneos de manera espacial; aunque en la mayoría de regiones geográficas la relación es débil, existen varias regiones que requieren un foco de atención donde esta es alta y podría reflejarse ciertas barreras geográficas en el acceso a la atención médica y un tratamiento adecuado.

De otra parte, en ciertas áreas existen coeficientes bajos y cercanos a cero, en los que la relación entre la distancia entre los centros de salud y la hemoglobina es menos significativa, eso quiere decir que en estas áreas existen políticas de atención correctamente aplicadas o a su vez su distribución geográfica le permite un mejor acceso a medicamento o a su vez programas de telemedicina y un mejor conocimiento de la enfermedad que puede ayudar a una mejor gestión y mejor calidad de vida.

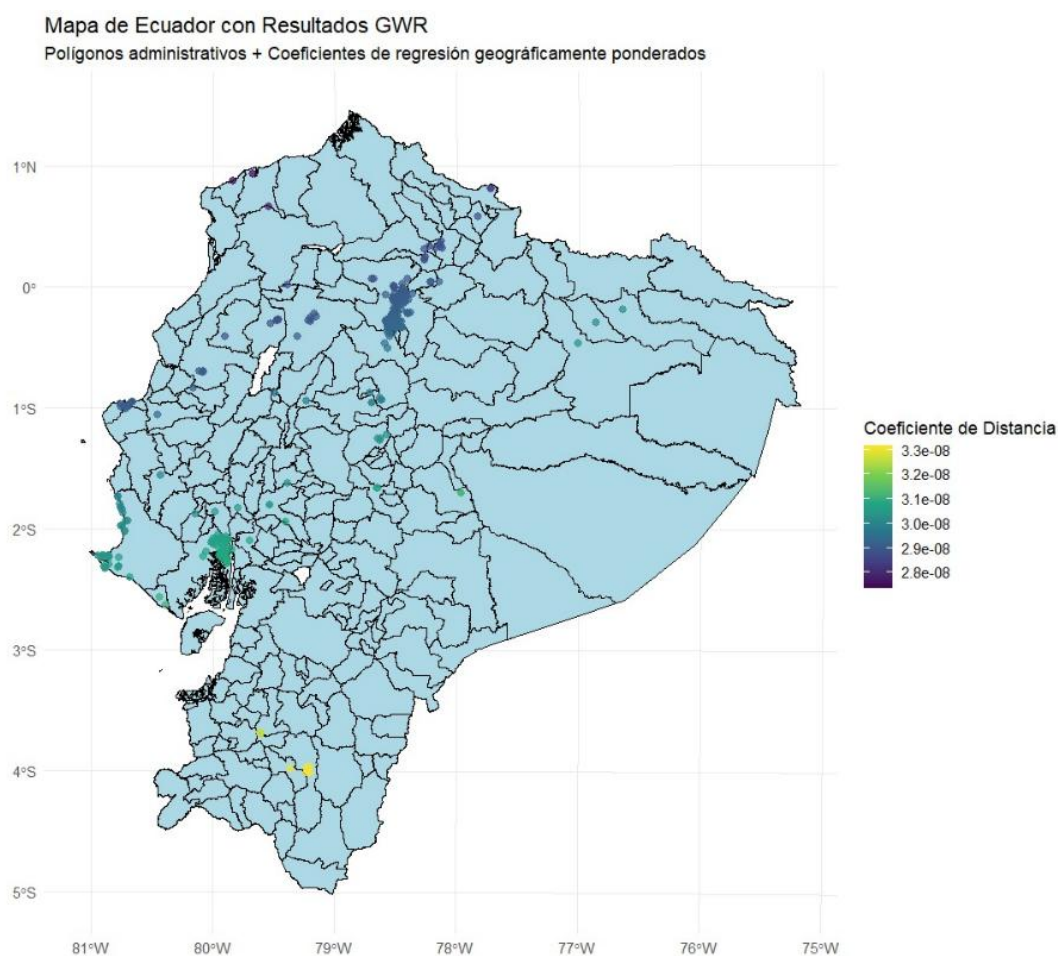
Siendo más específico en lo que respecta a nivel provincial se puede identificar que los coeficientes altos se encuentran en provincias como Guayas,

específicamente en Guayaquil y las áreas alrededor de esta; así como en ciertas áreas dentro de las provincias de Manabí y Loja, dentro de estas zonas la distancia de los centros médicos especializados afecta de manera mucho mas directa al control de la DM1. Estas regiones podrían beneficiarse de intervenciones específicas, como la ampliación de la infraestructura en salud, el fortalecimiento del primer nivel de atención o el uso de tecnologías como la telemedicina para reducir las barreras geográficas.

Por otro lado, la mayoría del territorio ecuatoriano, incluyendo amplias zonas de la Sierra central (como en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi) y la Amazonía, presenta coeficientes bajos. Lo que nos quiere decir los resultados es que la distancia no parece tener un efecto relevante como los niveles de hemoglobina; esto lo que nos revela es que existen otro tipo de factores que pueden estar afectando los coeficientes en el control del HbA1c, tales como niveles de educación, o situación socioeconómica o al tipo de tratamiento que llevan los pacientes.

En resumen, podemos concluir que existen zonas que requieren una atención integral y multifactorial para poder apoyar a los pacientes con DM1, con la finalidad de mejorar su calidad de vida y que las políticas públicas sean diseñadas de manera focalizada con un enfoque territorial, identificando las necesidades de cada sector para tener un tratamiento adecuado.

Ilustración 10. Resultados gráficos del modelo GWR-Hemoglobina



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Análisis de los Resultados del Modelo GWR sobre la relación entre distancia y Gasto en diabetes.

En la Ilustración 11, podemos observar los resultados de la estimación de GWR que relacionan la distancia de los centros de salud y el gasto de los pacientes que realizan para el tratamiento de la DM1, con un enfoque de distribución espacial.

En las estimaciones del modelo, podemos determinar que los coeficientes son negativos a nivel territorial ecuatoriano, mismos que varían desde $-0,000071$ y $-0,000067$. Esto indica que, en general, a mayor distancia, se tiende a observar un menor gasto en diabetes. Esta relación puede interpretarse como una posible

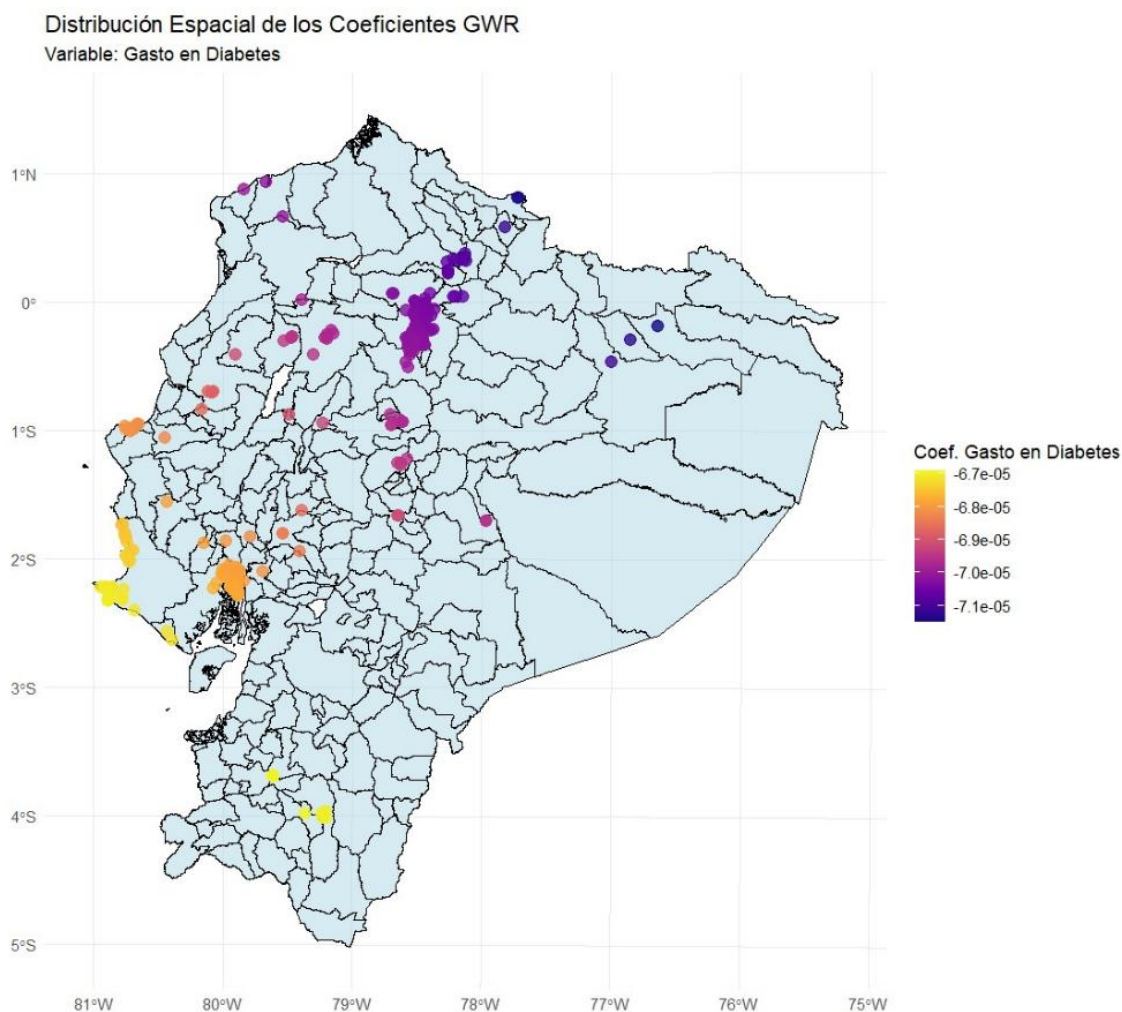
limitación en el acceso: en zonas más alejadas, los pacientes podrían tener dificultades para realizar gastos asociados al control adecuado de su condición, como compras regulares de medicamentos, insumos o asistencia médica.

Las regiones que presentan coeficientes menos negativos (más cercanos a $-6.7e-05$), representadas en tonos amarillos y anaranjados, se ubican principalmente en la provincia de Guayas, especialmente en Guayaquil, así como en sectores de Santa Elena, el sur de Loja y algunas zonas de El Oro. En estas áreas, la distancia tiene un impacto menos marcado sobre el gasto, lo que podría estar asociado a una mayor disponibilidad de servicios, infraestructura médica más densa o mejores condiciones de movilidad y conectividad.

En contraste, los coeficientes más negativos (tonos violetas y azules oscuros) se concentran en zonas del norte de la Sierra, como en provincias de Imbabura, Carchi, y partes del oriente como Sucumbíos y Napo, además de sectores del centro del país. En suma, podemos determinar que la distancia tiene un efecto mayor en la reducción del gasto, es decir que, existen varias barreras de acceso geográfico que limitan realizar la inversión requerida en el manejo de la diabetes.

Podemos concluir que, el modelo GWR existe una relación heterogénea espacialmente entre la distancia de centros de salud y gastos en diabetes. Esto nos indica la relevancia que tienen las políticas públicas de salud y que estas deben ser aplicadas de manera territorializada. Este enfoque territorial puede contribuir a una atención más equitativa y efectiva para las personas que viven con diabetes en Ecuador.

Ilustración 11. Resultados gráficos del modelo GWR-Gasto en Diabetes



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

El mapa presenta los resultados del modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) aplicado para analizar la relación entre la distancia geográfica y el ingreso mensual promedio de los hogares en el contexto de pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) en Ecuador. La visualización espacial permite observar cómo esta relación varía de forma local a lo largo del territorio nacional.

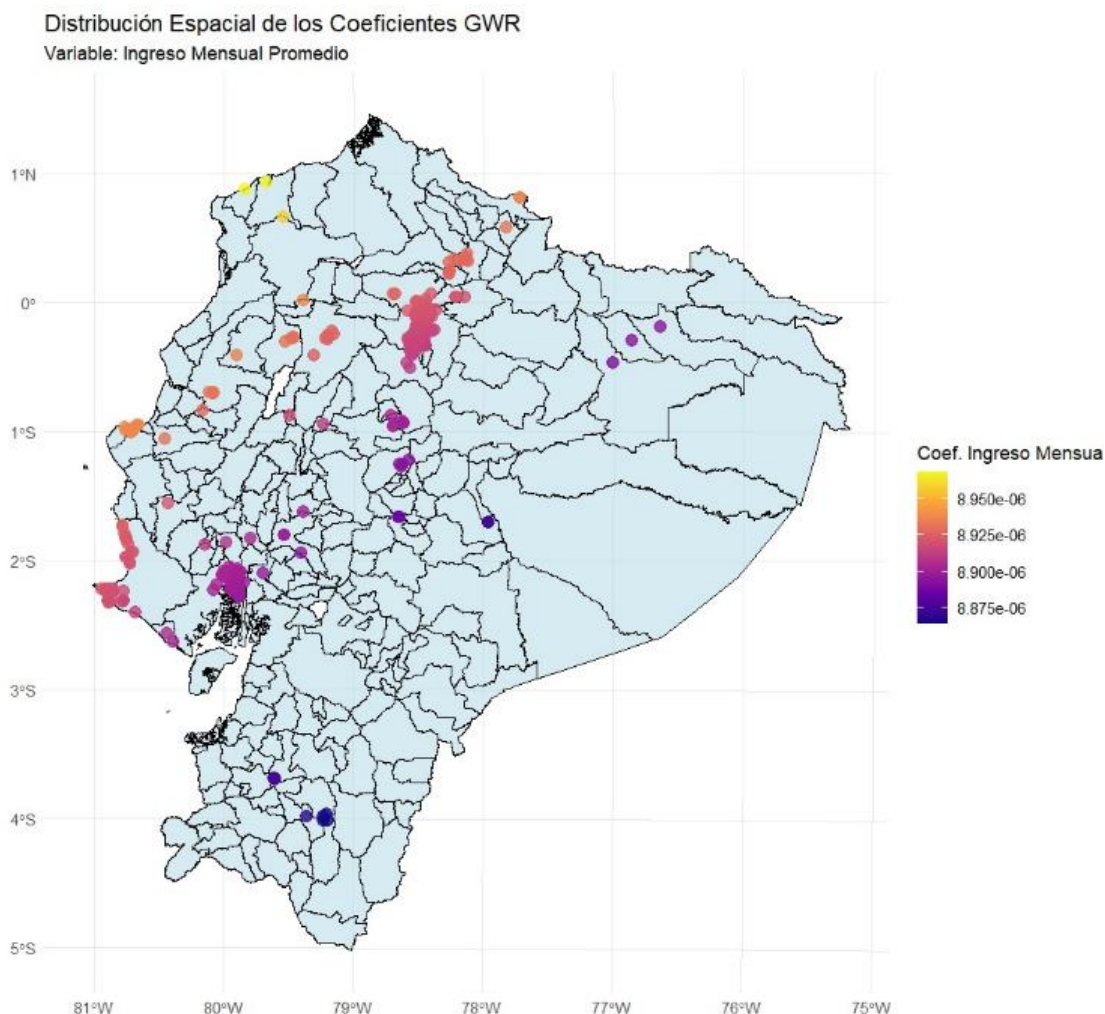
Los coeficientes obtenidos por el modelo se ubican en un rango estrecho, entre $8.875e-06$ y $8.950e-06$, todos con valores positivos, lo cual indica que, en general, existe una relación directa entre la distancia y el ingreso mensual. Es decir, a mayor distancia —posiblemente desde las zonas más periféricas hacia los centros de atención o servicios— el ingreso mensual tiende a ser ligeramente más alto, aunque la magnitud del efecto es pequeña.

Al observar la distribución espacial, se identifican zonas con coeficientes más altos (en tonos anaranjados y amarillos), que se concentran principalmente en áreas de la provincia de Imbabura, parte del norte de Pichincha, y en sectores de la costa suroeste, especialmente en zonas de Santa Elena, Guayas, y el litoral de Manabí. En estas regiones, los hogares que se encuentran a mayor distancia podrían estar asociados a ingresos más elevados, posiblemente por pertenecer a zonas rurales consolidadas con actividad económica propia o por presentar movilidad funcional hacia centros urbanos cercanos.

De otra parte, en la Ilustración 12 se pueden observar los coeficientes con colores púrpura y azul oscuro, mismas que son bajos y se encuentran caracterizadas principalmente en las provincias del sur del Ecuador como el Oro y Loja y así mismo en algunas zonas de la Sierra central y oriental; esto nos quiere decir que, existe una relación débil entre la distancia de los centros de salud y el ingreso de los pacientes con DM1; dentro de estas áreas se evidencia que, el ingreso no varía significativamente dentro de las áreas geográficas sino que el valor de la hemoglobina puede depender de otro tipo de factores estructurales.

En resumen, las estimaciones del modelo nos presentan coeficientes positivos y débilmente heterogéneas en referente a la relación entre distancia geográfica e ingreso de hogares. Estos hallazgos pueden aportar insumos para comprender mejor las desigualdades espaciales en el acceso a recursos económicos, así como orientar políticas que reconozcan cómo el entorno geográfico puede influir en las condiciones socioeconómicas de los hogares, especialmente en el contexto del manejo de enfermedades crónicas como la diabetes.

Ilustración 12. Resultados gráficos del modelo GWR-Ingreso de los hogares



Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Pruebas de Robustez del modelo GWR

Prueba de Multicolinealidad

Los resultados nos muestran que, los valores obtenidos indican que no existen problemas significativos de colinealidad, lo que sugiere que las variables incluidas son suficientemente independientes entre sí para ser utilizadas en conjunto dentro del modelo.

En lo que respecta a la variable de distancia tenemos un VIF de 1,24 y un valor ajustado de 1,11 lo que nos indica que no existe multicolinealidad significativa,

por lo que los valores de la correlación con las otras variables explicativas son bajos.

En lo que respecta a la variable sexo, el resultado nos muestra un valor de VIF de 1,06 y un valor ajustado de 1,03; por lo que la multicolinealidad es baja al igual que la correlación entre las variables del modelo. Así mismo, el valor del VIF de edad es de 1,23 y un valor ajustado de 1,11 también posee una multicolinealidad baja.

De otra parte, tanto el ingreso mensual promedio y el gasto promedio en diabetes tienen un VIF de 1,1 y un valor ajustado de 1,05 y 1,06; lo que nos quiere indicar que la multicolinealidad es baja y su nivel de correlación con las demás variables explicativas del modelo es débil, por lo que no representan distorsiones en la estimación del modelo.

En suma, podemos determinar que las variables incluidas en el modelo se encuentran en rangos aceptables y no tienen problemas de multicolinealidad significativas, permitiendo demostrar la robustez y validez del modelo en lo que respecta a la independencia del mismo.

Ninguna de las variables presenta valores de VIF que sugieran multicolinealidad preocupante (mayor a 5). Las variables con VIF más altos como “trabajo jefe del hogar” y “¿El lugar donde usted vive es?” no alcanzan niveles de preocupación.

Prueba de Errores Espaciales

En la tabla 3, podemos observar los resultados del Test de Moran I, en la cual se analizan los residuos del modelo, con la finalidad de evaluar la presencia de autocorrelación espacial en los errores.

De acuerdo a los resultados obtenidos el coeficiente de Moran I es de -0,0176, lo que nos quiere decir que existe la presencia de autocorrelación negativa y

leve; no obstante, dado que el valor del estadístico es cercano a cero, nos indica que no existe un patrón espacial significativo en los residuos del modelo.

De otra parte, podemos evidenciar que no podemos rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación espacial en los residuos dado que el valor de p-value fue de 0,7755, mismo que se encuentra por arriba de la significancia de 0,05; en suma, determinamos que no hay evidencia estadística para inferir que los residuos del modelo se encuentren correlacionados de manera espacial. En resumen, los residuos del modelo se distribuyen de manera aleatoria en el espacio, por que estos nos ayuda a respaldar la validez y robustez de la estimación del modelo GWR.

Tabla 3. Estadísticos del Test de Errores Espaciales

Statistic	Value
Moran I statistic	-0,0176
Expectation	-0,0031
Variance	0,0004
Standard deviate	-0,7572
p-value	0,7755

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación, revelan que la relación entre los determinantes socioeconómicos, la ubicación geográfica los hogares, la distancia y el acceso a los centros de salud especializados en el tratamiento de la DM1, son complejos y heterogéneos en todo el territorio; por otro lado, el análisis evidencia que la calidad de vida y el control glucémico, no solo depende exclusivamente del tratamiento clínico, sino que responden además a factores estructurales y sociales, que inciden de manera significativa al bienestar de los pacientes con DM1.

Sin embargo, es importante mencionar las limitaciones que se tiene del estudio, propias del mismo diseño de la investigación, así como las particularidades que tiene el sistema de salud, así como de los recursos y presupuestos asignados por parte del gobierno central, así mismo dejar en claro las desigualdades sociales latentes en cada región del país.

Como se mencionó anteriormente las técnicas aplicadas en la presente investigación permitieron evidenciar las desigualdades territoriales tanto en el acceso a la salud como su tratamiento, en un ejemplo puntual es el caso de la provincia de Esmeraldas, donde se aprecia que para acceder a un servicio de salud especializado deben movilizarse hasta Guayaquil para poder recibir atención médica; estos grandes desplazamientos reflejan la deficiencia en infraestructura de salud especializada y además de una distribución desigual de recursos, lo que obliga a las familias y paciente a tener un mayor gasto en la enfermedad y un mal control glucémico; se evidencia que las áreas donde superan esta barrera demuestran un mejoramiento significativos en los niveles de HbA1c.

Es fundamental mencionar que una de las limitaciones de la investigación, es que gran parte del acceso a los insumos médicos por parte de los pacientes con DM1 depende en gran medida de organizaciones sin fines de lucro, dado que las medicinas, así como la insulina tienen un alto costo en el mercado. Este tipo de instituciones son fundamentales en papeles de educación, apoyo y acceso a medicamentos y tecnologías para el control de la enfermedad, en grandes ocasiones reemplazando el rol del Estado; sin embargo, es importante resaltar que la capacidad instalada de estos es limitada, dado que al funcionar como organizaciones de apoyo no cuentan con los recursos suficientes para cubrir las necesidades de toda la población; esto no permite capturar de manera adecuada la variable de tratamiento, por que se recalca la importancia de la participación del Estado de manera activa y su promulgación en las políticas públicas.

Adicional a lo mencionado en el párrafo que precede, el Ecuador no cuenta con un registro oficial de fuentes primarias de los pacientes con DMQ, siendo esto,

un problema de limitación de información y además una falta de recursos importantes para la planificación y gestión de políticas sanitarias. A pesar de que existió una propuesta hacia el INEC para el levantamiento de información de esta enfermedad, al momento de realizar esta investigación solo se cuenta con datos de DM2; bajo este contexto la base de datos para la investigación presente proviene de los registros administrativos de la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador; lo cual refleja la necesidad de que el Estado pueda levantar información oportuna para esta patología catalogada como una enfermedad crónica.

Por ello, se propone la creación de un Registro Nacional de Pacientes con DM1, administrado por el Ministerio de Salud Pública (MSP) en coordinación con el INEC. Esta herramienta permitiría identificar la distribución geográfica de los pacientes, así como sus condiciones socioeconómicas y necesidades de tratamiento, facilitando la implementación de políticas públicas basadas en evidencia y ajustadas a la realidad territorial del país.

Otra limitación metodológica importante es el diseño transversal del estudio, que impide establecer relaciones de causalidad entre los determinantes sociales y los niveles de HbA1c. Para superar esta restricción, se recomienda desarrollar estudios longitudinales a escala nacional, que permitan hacer seguimiento a los pacientes con DM1 en el tiempo y evaluar cómo evolucionan sus condiciones de salud en función del acceso a servicios, educación, ingreso y entorno.

Los resultados reflejan grandes desigualdades tanto en áreas urbanas y rurales; así como en los diferentes sistemas de salud y centros de salud; el sistema de salud público y el IESS ofrecen diferentes tipos de atención y diferentes especializaciones sobre las cuales sus capacidades se ven limitadas para la atención integral de todas las patologías, esto genera grandes desigualdades en la calidad y acceso a la atención y tratamiento oportuna. Estas inequidades en el sistema de salud afectan a todos los pacientes que poseen diferentes enfermedades y patologías, realizando énfasis en medicinas recurrentes como la insulina y el monitoreo continuo de la enfermedad.

En lo que respecta a la estimación del modelo GWR, podemos observar de manera detallada que la distancia entre los centros de salud especializados tiene un efecto negativo en el control de la glucemia, así como en el gasto mensual promedio de la enfermedad; en provincias como Manabí, Guayas y Loja, se registraron coeficientes altos, lo que nos quiere decir que en estas regiones persisten barreras de atención médica y por ende un control no adecuado de la enfermedad; de otra parte, en provincias como Imbabura, Sucumbíos y Sierra Central, también se evidencia que cuanto mayor es la distancia, menor es el gasto en diabetes, si bien a primera vista esto pareciera contradictorio, podemos analizar que este disyuntiva puede estar relacionado a grandes limitaciones en la capacidad de inversión en salud por parte de los pacientes, relacionado principalmente por problemas económicos y los ingresos no suficientes para poder acceder a medicamentos adecuados. Finalmente, el análisis entre distancia a los centros de salud e ingreso mensual apunta que provincias como Pichincha, Guayas y Santa Elena, sus ingresos tienden a ser más altos por lo que su respuesta ante las barreras de acceso es de menor impacto.

Si bien en Ecuador, se promulga el cuidado de la salud como fundamental dentro de la sociedad y el acceso a salud es universal, los centros de salud pública ofrecen su atención a toda la población, estos carecen de la capacidad necesaria para la atención, además de la falta de insumos y medicamentos fundamentales para el manejo y tratamiento de la DM1; esto limita el acceso a la población vulnerable a insulina, bombas de insulina y monitores para el control de la enfermedad.

La DM1 no solo debe considerarse solo como una condición de salud, sino como un problema social multifactorial que es influido, por el acceso a tratamiento, medicina, nivel educativo de los pacientes, ingresos familiares, entorno social y físico y a la salud mental; es fundamental que los pacientes tengan un acceso a alimentos saludables, así como disponibilidad de información sobre la enfermedad y su tratamiento, es decir una educación sobre la misma; además de tener un apoyo de la familia para sostener un tratamiento correcto en pro de la mejora de su calidad de vida.

Frente a todo el contexto en el que se ha tratado la investigación se propone una estrategia integral basada en tres ejes como una política que ayude en gran medida a los pacientes con DM1; educación, subsidios y alimentación saludable. Es decir, educación en diabetes y todo tipo de enfermedades crónicas desde la etapa escolar en las diferentes comunidades con la finalidad de fomentar el autocuidado y el correcto manejo y tratamiento de la enfermedad.

Como se había mencionado en la presente investigaciones, políticas públicas referentes como el México, Brasil, Estados Unidos han demostrado que estos programas no solo incrementan el conocimiento de la población, sino que demuestran una mejora importante en los resultados clínicos. Así mismo, la provisión de subsidios para medicamentos, insumos y tecnología como Chile y Argentina, demuestran efectos positivos en el control y disminución de los gastos en la enfermedad, por que es fundamental que Ecuador siga estos mismos pasos, con el objeto de cuidar a la población que padece de esta patología y que estas puedan mejorar su calidad de vida y así mismo se alargue su esperanza de vida.

Finalmente, la mejora en el acceso a una correcta alimentación saludable es fundamental, especialmente en comunidades vulnerables; para lo cual se recomienda regular los precios de alimentos saludables y frescos, sobre los cuales se puede fomentar mercados populares con alimentos nutritivos para la población, de esta manera se puede mejorar los hábitos de alimentación y combinados con la educación respectiva, ayudaría a una mejora en el cuidado del tratamiento de la enfermedad.

El financiamiento de estas políticas podría garantizarse mediante la implementación de impuestos saludables, dirigidos a productos que aumentan el riesgo de enfermedades metabólicas, como las bebidas azucaradas y los alimentos ultraprocesados. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, este tipo de medidas no solo desincentivan el consumo de productos perjudiciales, sino que también generan ingresos adicionales que pueden ser reinvertidos en el sistema de salud; en Ecuador ya existe esta política ya se encuentra implementada, sin embargo, debería entrar en un proceso de

actualización y revisión de la política para mejorar el alcance de los beneficios de dicho impuesto.

CONCLUSIONES

Este estudio, enfocado en el análisis del impacto de los determinantes sociales y las condiciones territoriales en el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) en Ecuador, confirma con contundencia que esta enfermedad no puede comprenderse únicamente desde una perspectiva clínica. La DM1 es un fenómeno complejo, atravesado por profundas desigualdades estructurales, brechas en el acceso a servicios de salud y marcadas diferencias geográficas que condicionan el bienestar y la calidad de vida de quienes la padecen.

La aplicación de la metodología propuesta tanto en el modelo GWR y el análisis LISA; permitió identificar la heterogeneidad en la distribución de los niveles de hemoglobina y sus patrones espaciales, así mismo como estos se ven influenciados por variables como el gasto promedio mensual en diabetes y el ingreso promedio de los pacientes; podemos relevar la importancia de la intervención con estrategias focalizadas de manera territorial en provincias como Guayas, Manabí, Loja e Imbabura; dado que la distancia de los centros de salud influyen de manera negativa y significativa en el control glucémico de los pacientes con DM1. Es decir, a mayor lejanía de centros de atención especializada, peor es el manejo de la enfermedad.

Asimismo, el análisis espacial demostró que la inversión familiar en el tratamiento de la DM1 está condicionada por la ubicación geográfica. En territorios con menor conectividad o acceso, como Sucumbíos o algunas zonas de la Sierra central, los pacientes tienden a gastar menos, no por falta de necesidad, sino por la imposibilidad de acceder a servicios, insumos o atención oportuna. Esto nos revela que para un mejoramiento del HbA1c no solo está asociado a un control individual, sino que, también responde a su entorno social económico y

geográfico, haciendo que el problema debe ser tratado de manera multifactorial e integral.

Como se mencionó anteriormente los determinantes sociales y económicos tales como el nivel educativo, el ingreso de los hogares, el tipo de trabajo de los jefes de hogar y el entorno social de cada paciente afectan la manera en la que la DM1 es tratada; es decir que los pacientes que residen en hogares con mayor nivel de ingreso y a su vez, mejor nivel educativo, presentan evidentemente un mejor control de la enfermedad y una mayor calidad de vida. En contraste, quienes viven en situación de pobreza o en zonas con baja escolaridad enfrentan mayores dificultades para acceder a los recursos básicos que requiere el tratamiento.

Frente a este panorama, se plantea con urgencia la necesidad de desarrollar políticas públicas diferenciadas, basadas en evidencia y adaptadas a las realidades sociales y geográficas del país. No es viable aplicar un modelo uniforme de atención cuando las condiciones de vida y acceso a servicios son radicalmente distintas entre una comunidad rural de Loja y una zona urbana consolidada en Quito; esto resalta la importancia de que los gobiernos establezcan su política de salud de manera local, con un enfoque territorial, en la que se debe priorizar los recursos para poder brindar una atención adecuada a todos los territorios de manera equitativa.

Es importante mencionar que la presente investigación es una demostración de manera técnica de que las variables relevantes como el ingreso de los hogares, el gasto en diabetes y distancia de los centros de salud no tienen el mismo efecto en todas las regiones. Esto respalda la utilización de modelos econométricos espaciales como el GWR que permiten capturar los coeficientes de manera local y heterogénea, lo que nos ayuda a justificar la territorialización de la política de salud y que esta deba adaptarse de manera territorial, para una mejora atención para los pacientes con DM1.

En este contexto, se propone la creación urgente de un Registro Nacional de Pacientes con DM1, que permita consolidar información desagregada sobre localización, condición socioeconómica y nivel de acceso a tratamientos. Este registro debe ser gestionado por el Ministerio de Salud Pública (MSP) en coordinación con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y con organizaciones comunitarias como la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador.

Es fundamental realizar estudios de manera extendida en el tiempo a nivel nacional y de forma integral que permita realizar un panel de seguimiento de los pacientes con DM1, de esta manera, los estudios pueden capturar de manera adecuada el seguimiento de la política pública de salud y poder detectar factores de riesgo en la enfermedad y poder establecer estrategias eficaces que permitan a la población tener un acceso a la salud y un mejor tratamiento en cada etapa de la enfermedad.

Por otro lado, el estudio nos ayudó a identificar las debilidades existentes dentro del sistema de salud en lo que respecta a la atención médica, en lo relativo a la disponibilidad de medicinas, insumos y tecnologías para el tratamiento adecuado de la DM1. Por ello, se propone fortalecer la provisión de insulina, tiras reactivas, dispositivos de monitoreo continuo y bombas de insulina, junto con la capacitación continua del personal médico en el manejo integral y humanizado de la DM1. La expansión de los servicios de telesalud, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso, resulta fundamental para democratizar la atención especializada.

Asimismo, se plantea la creación de centros regionales de atención integral en DM1, dotados de equipos multidisciplinarios que incluyan endocrinología pediátrica, nutrición, psicología clínica y educación diabetológica. La ubicación de estos centros debe ser establecida de manera técnica utilizando información espacial y atendiendo los factores socioeconómicos de cada región, especialmente en aquellas provincias que presentan un control glucémico deteriorado y con menor cobertura de salud integral.

Desde un punto de vista de equidad en el acceso a salud, es fundamental que los gobiernos intervengan de manera estratégica y eficiente en los determinantes sociales y económicos que inciden de manera directa en el acceso a los servicios de salud y a un tratamiento integral; no está demás recalcar que, las políticas públicas deben basarse en programas de educación en el manejo de la DM1 desde etapas tempranas, dirigidos a estudiantes, docentes, familias, así mismo, a un reforzamiento en la atención del personal de salud; es fundamental que la educación sea un pilar importante en las estrategias de políticas, dado que esta favorece a la mitigación de riesgos en complicaciones y fomenta una cultura de autocuidado, que ayudan a una mejor gestión del tratamiento y a su vez a una mejor calidad de vida.

Por otro lado, también se realiza un especial énfasis en las políticas de implementación de subsidios de manera universal o focalizadas territorialmente, con la finalidad de poder brindar una atención equitativa a todos los territorios, cubriendo costos en insumos, medicinas y tecnología para el control de la DM1. Como se menciona anteriormente en el presente documento, países como Brasil, Argentina y Chile, son referentes en la implementación de subsidios focalizados, como es el caso de la cobertura de insulina gratuita y rebaja en los costos de dispositivos de monitoreo, mismas que han sido fundamentales en el mejoramiento de la calidad de vida; el Ecuador puede tomar estas experiencias exitosas y adaptarlas de manera territorial y a su realidad fiscal.

De otra parte, el asegurar un acceso universal a una alimentación adecuada es importante para un mejoramiento en el tratamiento y calidad de vida de los pacientes; para ello se sugiere, implementar políticas públicas que regulen el precio de alimentos saludables y frescos, como la promoción de ferias agrícolas, especialmente en zonas rurales y periféricas, además se debería fomentar la agricultura urbana en comunidades vulnerables; este tipo de estrategias pueden contribuir a la disminución de alimentos procesados, mejorando la seguridad alimentaria y contribuyendo al mejoramiento de la dieta de la población.

En lo que corresponde al financiamiento de la políticas de salud, esta investigación respalda la consolidación y formación de un modelo sostenible que pueda basarse en la aplicación de impuestos saludables aplicados directamente a las bebidas azucaradas y productos procesados; de esta manera se busca disminuir el consumo de alimentos que no aporten a una dieta saludable y que además generen fuentes de ingresos para un fortalecimiento integral de los programas y proyectos enfocados en salud.

Más allá de la evidencia técnica, este estudio representa un llamado a la acción. No basta con identificar los problemas: es hora de que los hallazgos se traduzcan en decisiones y políticas concretas. En ese sentido, se plantea la creación de un Observatorio Nacional de Diabetes Tipo 1, con participación del MSP, universidades, ONGs y asociaciones de pacientes. Este observatorio permitiría monitorear avances, sistematizar información, evaluar impactos y garantizar transparencia en la gestión pública.

También es clave reconocer el papel que han desempeñado las organizaciones de base, como la Fundación Diabetes Juvenil Ecuador. Estas entidades han sido fundamentales para llenar vacíos del Estado, ofreciendo insumos, educación y contención. Sin embargo, su labor debe complementarse con una respuesta estatal más estructurada y con alianzas estratégicas de largo plazo.

En paralelo, se hace un llamado a invertir en investigación nacional sobre DM1, ya que actualmente el conocimiento disponible es limitado y depende de esfuerzos aislados. Es necesario promover estudios interdisciplinarios que integren dimensiones clínicas, sociales, territoriales y tecnológicas, y que utilicen herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), bases de datos interoperables y análisis predictivo para mejorar la toma de decisiones en salud pública.

Todo este proceso debe sustentarse en un enfoque de derechos. Las políticas deben garantizar el acceso sin discriminación, respetar la dignidad de las personas y contemplar las necesidades específicas de poblaciones vulnerables. Niños, niñas y adolescentes con DM1 deben contar con entornos escolares inclusivos, atención diferenciada y acompañamiento psicosocial que respete su autonomía y derechos.

Asimismo, debe integrarse una perspectiva de género en todas las políticas relacionadas con la DM1. Las mujeres enfrentan mayores barreras para acceder a tratamientos, y muchas veces son quienes cargan con el rol de cuidadoras. Es urgente una política que reconozca y atienda estas desigualdades estructurales, promoviendo equidad y corresponsabilidad.

También se destaca la necesidad de involucrar a los gobiernos autónomos descentralizados (GADs) en la planificación territorial de salud. Su cercanía con las comunidades los posiciona como actores clave para la implementación de campañas educativas, regulación de alimentos en mercados locales, y articulación con centros de salud comunitarios.

En el ámbito educativo, se propone una reforma curricular que integre de forma transversal la educación para la salud desde la primera infancia. Esto debe incluir conocimientos sobre autocuidado, alimentación saludable, actividad física, y prevención de enfermedades crónicas. La formación integral en salud no solo previene enfermedades, sino que empodera a la ciudadanía.

Desde el plano laboral, urge garantizar la inclusión y protección de personas con DM1 en el ámbito del trabajo. Las empresas deben implementar políticas de no discriminación, licencias médicas flexibles y condiciones de trabajo adaptadas para quienes conviven con una enfermedad crónica.

Por último, debe garantizarse que las voces de los pacientes estén presentes en los espacios de toma de decisiones. Incluir a personas con DM1 en los comités técnicos, mesas de salud y órganos de evaluación es indispensable para diseñar políticas pertinentes, legítimas y sostenibles.

En definitiva, transformar la atención de la DM1 en Ecuador implica mucho más que modificar protocolos médicos: exige cambiar estructuras, actitudes y prioridades. Requiere reconocer que la salud es un bien público que no puede ser privatizado ni condicionado por la capacidad de pago. Es un derecho humano que debe ser garantizado con justicia, solidaridad y visión de futuro. Este estudio ofrece una base sólida para avanzar en esa dirección y marca el camino hacia una sociedad más inclusiva, equitativa y saludable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almeida, C. M., Giménez, E. A., & Maubrigades, S. (2015). Sistema de salud en Ecuador: ¿hacia una cobertura universal? *Revista Panamericana de Salud Pública*, 37(1), 61-68.
2. American Diabetes Association. (2018). Standards of Medical Care in Diabetes—2018. *Diabetes Care*, 41(Supplement 1), S1–S159.
3. American Diabetes Association. (2021). Standards of medical care in diabetes—2021. *Diabetes Care*, 44(Suppl. 1), S1-S232. <https://doi.org/10.2337/dc21-SINT>
4. American Diabetes Association. (2024). *Standards of medical care in diabetes—2024*. *Diabetes Care*, 47(Supplement 1), S1-S238. <https://doi.org/10.2337/dc24-S001>
5. Anderson, R. T., Camacho, F. T., & Balkrishnan, R. (2003). Willing to wait?: The influence of patient wait time on satisfaction with primary care. *BMC Health Services Research*, 7(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-7-8>
6. Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Springer Science & Business Media.
7. Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
8. Arredondo, A., Avilés, R., & Recamán, A. L. (2015). Impact of a health education intervention on health service utilization for chronic diseases in marginalized communities in Mexico. *Global Health Promotion*, 22(1), 23–31.
9. Bahl, D., Torres, P., Alvarado, M., & Wang, Y. C. (2019). The impact of the sugar-sweetened beverage tax on beverage sales in the UK: A controlled interrupted time series analysis. *The Lancet Public Health*, 4(6), e320-e329.

10. Barnett, A. H., O'Hare, P., & Halcox, J. (2017). Guidelines for type 2 diabetes: keeping a finger on the pulse. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(6), 420. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30136-5](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30136-5)
11. Beck, J., Greenwood, D. A., Blanton, L., Bollinger, S. T., Butcher, M. K., Condon, J. E., ... & Wang, J. (2017). 2017 national standards for diabetes self-management education and support. *The Diabetes Educator*, 43(5), 449-464. <https://doi.org/10.1177/0145721717722968>
12. Betancourt, J. R., Green, A. R., Carrillo, J. E., & Ananeh-Firempong, O. (2003). Defining cultural competence: A practical framework for addressing racial/ethnic disparities in health and health care. *Public Health Reports*, 118(4), 293-302. [https://doi.org/10.1016/S0033-3549\(04\)50253-4](https://doi.org/10.1016/S0033-3549(04)50253-4)
13. Blecher, E. (2010). The impact of tobacco advertising bans on consumption in developing countries. *Journal of Health Economics*, 29(2), 248-255.
14. Bommer, C., Heesemann, E., Sagalova, V., Manne-Goehler, J., Atun, R., Bärnighausen, T., & Vollmer, S. (2018). The global economic burden of diabetes in adults aged 20–79 years: a cost-of-illness study. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 6(6), 423-430. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(18\)30056-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(18)30056-9)
15. Brown, A. F., Ettner, S. L., Piette, J., Weinberger, M., Gregg, E., Shapiro, M., et al. (2004). Socioeconomic position and health among persons with diabetes mellitus: a conceptual framework and review of the literature. *Epidemiologic Reviews*, 26, 63-77.
16. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2023). *Diabetes Self-Management Education and Support (DSMES) Toolkit*. Retrieved from CDC Website.
17. Chaturvedi, N., Jarrett, J., Shipley, M. J., & Fuller, J. H. (1998). Socioeconomic gradient in morbidity and mortality in people with diabetes: cohort study findings from the Whitehall study and the WHO multinational study of vascular disease in diabetes. *BMJ*, 316, 100–105.

18. Chasco Yrigoyen, C. (2003). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación del PIB per cápita regional en la Unión Europea*. Instituto de Estudios Fiscales.
19. Cliff, A. D., & Ord, J. K. (1981). *Spatial Processes: Models & Applications*. Pion.
20. Colchero, M. A., Rivera-Dommarco, J., Popkin, B. M., & Ng, S. W. (2017). In Mexico, evidence of sustained consumer response two years after implementing a sugar-sweetened beverage tax. *Health Affairs*, 36(3), 564-571.
21. Cressie, N. (2015). *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons.
22. Diabetología. (2023). Current and Future Therapies for Type 1 Diabetes. *Diabetología*, 66(2), 207-220.
23. FAO. (2021). *Sistemas alimentarios sostenibles y saludables en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
24. Ferranna, M., Cadarette, D., Chen, S., Ghazi, P., Ross, F., Zucker, L., & Bloom, D. E. (2023). The macroeconomic burden of noncommunicable diseases and mental health conditions in South America. *PLoS One*, 18(10), e0293144. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293144>
25. Flores Poveda, K. A., Quiñonez García, K. J., Flores Subía, D. L., & Cárdenas Choez, C. A. (2020). Utilidad de hemoglobina glicosilada en diabetes tipo 2. *RECIAMUC*, 4(3), 118-126. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(3\).julio.2020.118-126](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(3).julio.2020.118-126)
26. Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. (2016). *Impact evaluation in practice* (2nd ed.). World Bank Publications.
27. Glover, S., Hettinger, A., Koch, M., & Sabatier, R. (2010). Distance as a barrier to diabetes education and care. *Diabetes Care*, 33(1), 10-14. <https://doi.org/10.2337/dc09-1166>
28. Hex, N., Bartlett, C., Wright, D., Taylor, M., & Varley, D. (2012). Estimating the current and future costs of Type 1 and Type 2 diabetes in the UK, including direct health costs and indirect societal and productivity costs.

- Diabetic Medicine*, 29(7), 855-862. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03630.x>
29. International Diabetes Federation. (2021). *IDF Diabetes Atlas*, 10th Edition. Retrieved from <https://diabetesatlas.org/>
 30. Jaffiol, C., Thomas, F., Bean, K., Jago, B., & Danchin, N. (2013). Impact of socioeconomic status on diabetes and cardiovascular risk factors: results of a large French survey. *Diabetes Metabolism*, 39, 56–62.
 31. Jong, A., de, Scott, K., Sarfati, D., & Blakely, T. (2017). Inequalities in cancer survival: what role does health care play? *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 17(4), 307-320. <https://doi.org/10.1080/14737167.2017.1330574>
 32. Lane, C. (2020). Health taxes: From policy to practice in the context of COVID-19. *Health Policy and Planning*, 35(7), 858-865.
 33. LeSage, J. P., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. CRC Press.
 34. Lucero, M. A., Sánchez, M., & Cortés, S. (2019). Acceso a insulina y equidad en salud: análisis de políticas públicas en América Latina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 43, e70.
 35. Marmot, M., Friel, S., Bell, R., Houweling, T. A., & Taylor, S. (2008). Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. *The Lancet*, 372(9650), 1661-1669. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61690-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61690-6)
 36. Marmot, M., & Wilkinson, R. G. (2006). *Social Determinants of Health*. Oxford University Press.
 37. Mendes, R., Lemos, C., & Ribeiro, C. (2020). Effectiveness of community-based health education interventions in managing diabetes in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4854.
 38. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2022). *Plan Decenal de Salud 2022*. Recuperado de https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/07/Plan_decenal_Salud_2022_ejecutivo.18.OK_.pdf

39. Morales, V. (2020). Un recorrido por la estadística espacial. Recuperado de https://bookdown.org/victor_morales/SpatialEconometrics/un-recorrido-por-la-estad%C3%ADstica-espacial.html#introducci%C3%B3n
40. Organización Mundial de la Salud. (2014). *Informe mundial sobre la diabetes*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
41. Organización Mundial de la Salud. (sf). *Determinantes sociales de la salud*. <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-sociales-salud>
42. Organización Panamericana de la Salud. (2008). *Perfil de Sistema de Salud: Ecuador, monitoreo y análisis de los procesos de cambio y reforma*. Washington, D.C.: OPS. ISBN: 978-92-75-32944-3 (Impreso), 978-92-75-33267-2 (Electrónico).
43. Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020). Acceso a medicamentos y tecnologías sanitarias en América Latina y el Caribe: Situación, desafíos y perspectivas.
44. Ozer, C., et al. (2020). Health earmarks and health taxes: What do we know? *World Bank*.
45. Penchansky, R., & Thomas, J. W. (1981). The concept of access: Definition and relationship to consumer satisfaction. *Medical Care*, 19(2), 127-140. <https://doi.org/10.1097/00005650-198102000-00001>
46. Peters, A. L., & Laffel, L. M. (2011). Diabetes care in the school and day care setting: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 34(Suppl 1), S100-S108. <https://doi.org/10.2337/dc11-1701>
47. PharmacoEconomics. (2023). A Systematic Review of Cost-Effectiveness Models in Type 1 Diabetes Mellitus. Retrieved from PharmacoEconomics.
48. Quimbo, S. A., Cadena, M. S., & Peabody, J. W. (2016). The impact of a sin tax reform on health financing in the Philippines. *Health Policy and Planning*, 31(1), 60-68.
49. Rowley, E. R., Elliott, J. A., Conner, F., Reed, P., & Rowley, J. A. (2017). Access to insulin: patients will pave the way. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(6), 419-420. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30136-5](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30136-5)

50. Ruales, D. (2021). *Costos de la Diabetes en Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Internacional del Ecuador]. Repositorio Digital UIDE.
51. Summan, A., & Laxminarayan, R. (2017). Modeling the impact of tobacco, alcohol, and sugary beverage tax increases on health and revenue. *Center for Disease Dynamics, Economics & Policy*.
52. Systematic Reviews. (2023). Cost-effectiveness of health technologies in adults with type 1 diabetes: a systematic review and narrative synthesis. Retrieved from *Systematic Reviews*.
53. Taillie, L. S., Reyes, M., Colchero, M. A., Popkin, B. M., & Corvalán, C. (2020). An evaluation of Chile's law of food labeling and advertising on sugar-sweetened beverage purchases from 2015 to 2017: A before-and-after study. *PLoS Medicine*, 17(2), e1003015.
54. Tamayo, T., Christian, H., & Rathmann, W. (2010). Impact of early psychosocial factors (childhood socioeconomic factors and adversities) on future risk of type 2 diabetes, metabolic disturbances and obesity: a systematic review. *BMC Public Health*, 10, 525. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-525>
55. The case for investing in public health. (2023). A public health summary report for EPHO 8.
56. Type 1 Diabetes Index. (2024). Ecuador: Type 1 Diabetes is a dangerous autoimmune condition that can affect anyone in Ecuador. Retrieved September 20, 2024, from <https://www.t1dindex.org/countries/ecuador/>
57. Vander Weg, M. W., Howren, M. B., Cai, X., & Kerrigan, D. C. (2017). The association of diabetes-related distress and depressive symptoms with functional outcomes in persons with diabetes: findings from the Translating Research Into Action for Diabetes (TRIAD) study. *Diabetes Care*, 40(1), 56-63. <https://doi.org/10.2337/dc16-0270>
58. Wallerstein, N., Oetzel, J. G., Sanchez-Youngman, S., Boursaw, B., Dickson, E. L., Kastelic, S., et al. (2015). Engage for Equity: Developing community-based participatory research partnerships. *Health Education & Behavior*, 42(3), 394-404. <https://doi.org/10.1177/1090198114561025>
59. World Health Organization. (2010). *Increasing access to health workers in remote and rural areas through improved retention: Global policy*

recommendations. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/44369>

60. World Health Organization. (2008). *Closing the gap in a generation: Health equity through action on the social determinants of health*. Commission on Social Determinants of Health, Final Report. Retrieved from https://www.who.int/social_determinants/thecommission/finalreport/en/
61. World Health Organization. (2010). *Equity, social determinants and public health programmes*. Geneva: World Health Organization.
62. Zhou, H., Isaman, D. J., Messinger, S., Brown, M. B., Klein, R., Brandle, M., & Herman, W. H. (2005). A computer simulation model of diabetes progression, quality of life, and cost. *Diabetes Care*, 28(12), 2856-2863. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.12.2856>

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características demográficas y socioeconómicas de los pacientes con DM1 en Ecuador	32
Tabla 2. Características demográficas y socioeconómicas de los pacientes con DM1 en Ecuador	33
Tabla 3. Simulación Monte-Carlo del Teste de Moran I	44
Tabla 4. Test de Moran por Polígonos	45
Tabla 5. Test de Moran Local por provincia	49
Tabla 6. Coeficientes del Modelo SAR	82
Tabla 7. Estadísticos del Modelo SAR	83
Tabla 8. Coeficientes del Modelo SEM	86
Tabla 9. Estadísticos del Modelo SEM	87
Tabla 10. Coeficientes del Modelo SARMA	89
Tabla 11. Estadísticos del Modelo SARMA	90

INDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Distribución de edad de los pacientes con DM1</i>	35
<i>Ilustración 2. Distribución de años con diagnóstico con DM1.....</i>	37
<i>Ilustración 3. Ingreso Mensual promedio de los pacientes con DM1</i>	37
<i>Ilustración 4. Gasto Mensual promedio de los pacientes con DM1</i>	38
<i>Ilustración 5. Distribución Espacial de Instituciones de salud y viviendas de pacientes con DM1.....</i>	40
<i>Ilustración 6. Cobertura de Instituciones de salud que atienden pacientes con DM1</i>	41
<i>Ilustración 7. Distribución de Hemoglobina para personas con DM1</i>	42
<i>Ilustración 8. Test de Moran Local para la distancia.....</i>	46
<i>Ilustración 9. Test de Moran Local para la distancia entre vivienda e institutos de salud.....</i>	48
<i>Ilustración 10. Resultados gráficos del modelo GWR-Hemoglobina.....</i>	55
<i>Ilustración 11. Resultados gráficos del modelo GWR-Gasto en Diabetes</i>	57
<i>Ilustración 12. Resultados gráficos del modelo GWR-Ingreso de los hogares</i>	59

ANEXOS

Modelos Espaciales

Dadas las disparidades locales identificadas en el análisis del Índice Local de Moran Bivariado, es razonable considerar la aplicación de un modelo espacial. El hecho de que existan patrones de autocorrelación positiva y negativa en diferentes provincias sugiere que las relaciones espaciales juegan un papel importante en la distribución de los valores de hemoglobina (HbA1c) en relación con la distancia a los hospitales.

El análisis con LISA muestra que, en algunas provincias, tales como Sucumbíos, Chimborazo, Esmeraldas y Orellana, los niveles de HbA1c tienen autocorrelación espacial significativa, tanto positiva como negativa. Esto significa que estos no se encuentran repartidos al azar en territorio y tienen un patrón espacial que se puede investigar y modelar con técnicas específicas para datos geográficos.

Además, el hallazgo de una gran variabilidad en los patrones de autocorrelación en algunas provincias indica que los determinantes que ejercen influencia en los diagnósticos de hemoglobina glucosiladas no están distribuidos uniformemente en espacio. Esta heterogeneidad implica que variables asociadas con la localización, tales como la demarcación con respecto a centros sanitarios, podrían influir en una manera diferente en una región u otra. Es por ello que resulta pertinente usar un modelo espacial que tenga en cuenta estas peculiaridades y permita captar con más precisión las dinámicas geográficas que se encuentran involucradas.

Modelo SAR

El modelo SAR es útil ya que permite tener en cuenta directamente autocorrelación espacial en análisis, por medio de un parámetro denominado rho. Este parámetro determina cómo las observaciones próximas influyen en el valor de la variable dependiente en un punto determinado. Sin tener en cuenta

esta relación espacial, los análisis obtenidos pueden ser erróneos o no muy confiables, porque pueden estar sesgados los coeficientes. Al tener en cuenta esta dependencia, el modelo corre los mencionados errores y brinda mejores estimaciones con autocorrelación espacial presente en los datos.

$$\begin{aligned}
 & HbA1c_i \\
 & = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} HbA1c_j + \beta_0 + \beta_1 distancia_i \\
 & + \beta_2 sexo_i + \beta_3 ingreso_i + \beta_4 gasto_i + \beta_5 tipo_{empleo}_i + \beta_6 años\ con\ diabetes_i + \beta_7 area_i + \beta_8 tipo_vivienda_i + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Donde:

$HbA1c_i$ = Hemoglobina para la unidad espacial i.

w_{ij} = son los pesos espaciales que definen la relación entre la unidad espacial i y la unidad j. Definido por la matriz de pesos espaciales W.

ρ = es el parámetro de autocorrelación espacial

ε_i = Término de error.

A continuación, se presentan los resultados de los coeficientes del modelo.

Tabla 6. Coeficientes del Modelo SAR

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Intercept	0,100	0,019	5,270	0,000
distancia	-	-	1,599	0,110
sexo masculino	0,001	0,003	0,407	0,684
edad	0,000	0,000	0,199	0,842
ingreso mensual promedio	0,000	0,000	1,053	0,292
gasto en diabetes	-0,000	0,000	-1,891	0,059
trabajo jefe de hogar homologado artesano	0,013	0,015	0,855	0,393
trabajo jefe de hogar homologado comerciante	0,003	0,011	0,260	0,795
trabajo jefe de hogar homologado conductor	0,008	0,016	0,485	0,628
trabajo jefe de hogar homologado desempleado	0,019	0,011	1,708	0,088
trabajo jefe de hogar homologado docente	0,006	0,027	0,232	0,817
trabajo jefe de hogar homologado empleado privado	0,009	0,010	0,892	0,372
trabajo jefe de hogar homologado empleado público	0,006	0,011	0,577	0,564
trabajo jefe de hogar homologado jubilado	0,012	0,014	0,899	0,369
trabajo jefe de hogar homologado negocio propio	0,022	0,011	1,879	0,060

trabajo jefe de hogar homologado no informa	0,011	0,010	1,148	0,251
trabajo jefe de hogar homologado obrero	0,010	0,011	0,940	0,347
trabajo jefe de hogar homologado seguridad	0,009	0,027	0,336	0,737
años con diabetes	-0,000	0,000	-0,563	0,574
¿en qué zona vive usted? urbana	-0,001	0,003	-0,247	0,805
¿el lugar donde usted vive es? casa familiar	-0,004	0,007	-0,550	0,582
¿el lugar donde usted vive es? no registra	-0,011	0,005	-2,126	0,033
¿el lugar donde usted vive es? prestado	-0,010	0,013	-0,745	0,457
¿el lugar donde usted vive es? propio	-0,003	0,004	-0,653	0,514

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Tabla 7. Estadísticos del Modelo SAR

Metric	Value
Rho	-0,184
LR test value	0,990
p-value	0,320
Asymptotic standard error	0,161
z-value	-1,144
Wald statistic	1,309
Log likelihood	733,748
ML residual variance (sigma squared)	0,001
Number of observations	323
Number of parameters estimated	26
AIC	-1.416
LM test value	1,295
LM test p-value	0,255

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Autocorrelación espacial (Rho):

El parámetro de autocorrelación espacial, Rho, tiene un valor de -0.18419, lo que indica una ligera autocorrelación espacial negativa en los residuos. Sin embargo,

el valor no es estadísticamente significativo ($p\text{-value} = 0.31971$), lo que sugiere que no hay un efecto espacial considerable en el modelo. La prueba de Wald confirma que el efecto espacial no es significativo ($p\text{-value} = 0.2525$).

Coefficientes del modelo:

El intercepto del modelo es estadísticamente significativo, lo que demuestra que al no considerar otras variables, el valor esperado para HbA1c es alrededor de 0.10. Sobre la variable distancia, aunque su coeficiente es positivo, no es estadísticamente significativo, y esto demuestra que la cercanía o alejanía con respecto a los hospitales no tiene efecto obvio sobre los niveles de hemoglobina glucosilada en este análisis.

Tampoco comparten los parámetros sexo masculino y edad una influencia significativa sobre los HbA1c, tanto que no tienen p valores muy bajos, lo que demuestra falta de significancia estadística. A lo que podemos añadir que tampoco parece tener una influencia significativa sobre esta variable el ingreso mensual medio.

Por otro lado, gasto en diabetes está muy próximo al alcanzando un nivel de significancia, lo que sugiere que más gasto en el manejo de la diabetes podrían estar ligeramente asociados con una disminución en los niveles de HbA1c, aunque no hay una asociación concluyente.

Con respecto a las actividades ocupadas del jefe de hogar, ninguna tiene efecto estadísticamente significativo en los y los niveles HbA1c. Sin embargo, usando la categoría "negocio propio", ésta está muy cerca con respecto a la significancia, lo cual pudiera indicar influencia, pero no es bastante para decirlo con certeza.

El tiempo que lleva con diabetes no tiene una influencia muy marcada en los niveles HbA1c en acuerdo con este modelo. Con respecto al lugar de residencia y al tipo de vivienda, pocos de estos ajustes tienen efectos significativos. Una única excepción es la categoría "no registra" para el tipo de vivienda, y esta

también es significativa, indicando que aquellos no reportando su lugar de residencia pueden tener HbA1c niveles distintos en comparación con otros.

Ajuste del modelo y diagnóstico:

El logaritmo de la verosimilitud tiene valor 733.75 y el AIC es -1416, lo que muestra que el modelo ajusta bastante bien los datos, aunque no es mucho mejor que un modelo lineal simple.

La prueba LM test residual tiene un resultado no significativo, y eso demuestra que los residuales del modelo no son espacialmente dependientes. Es decir, esto implica que el efecto espacial para los datos es no significativo y que el modelo SAR ha recogido bien la estructura espacial y no ha dejado autocorrelación residual substancial.

Modelo SEM (Spatial Error Model Spatial Error Model)

Se decide utilizar el modelo SEM (Modelo de Error Espacial) cuando existe sospecha de que no se debe atribuir la dependencia espacial directamente a la variable que se está analizando, sino que está relacionada con los errores del modelo. Es decir, existe presencia de factores no observados, que varían con respecto a la localización geográfica, y que influyen en el fenómeno en estudio, pero no son incorporados en los independientes que entra en análisis. A ejemplo, al analizarse los niveles de hemoglobina (HbA1c) entre personas con diabetes, el modelo SEM permite ajustar la correlación espacial que surge en los residuos. De esta manera, asegura que las estimaciones sean más precisas y no estén falseadas por falta de ajuste de estas dependencias espaciales no inicialmente modelos.

$$HbA1c_i = \beta_0 + \beta_1 distancia_i + \beta_2 sexo_i + \beta_3 ingreso_i + \beta_4 gasto_i + \beta_5 tipo_{empleo}_i + \beta_6 años\ con\ diabetes_i + \beta_7 area_i + \beta_8 tipo_vivienda_i + \varepsilon_i$$

$$\varepsilon_i = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} \varepsilon_j + u_i$$

Donde:

HbA1c_i= Hemoglobina para la unidad espacial i.

w_{ij}= son los pesos espaciales que definen la relación entre la unidad espacial i y la unidad j. Definido por la matriz de pesos espaciales W.

ρ= es el parámetro de autocorrelación espacial

ε_i= Término de error.

u_i= Término de error aleatorio.

A continuación, se presentan los resultados del modelo.

Tabla 8. Coeficientes del Modelo SEM

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Intercept	0,082	0,012	6,992	-
distancia	-	-	1,637	0,102
sexo masculino	0,001	0,003	0,324	0,746
edad	-	0,000	0,213	0,831
ingreso mensual promedio	-	-	1,067	0,286
gasto en diabetes	-0,000	-	-1,818	0,069
trabajo jefe de hogar homologado artesano	0,014	0,015	0,921	0,357
trabajo jefe de hogar homologado comerciante	0,004	0,011	0,373	0,710
trabajo jefe de hogar homologado conductor	0,009	0,016	0,546	0,585
trabajo jefe de hogar homologado desempleado	0,020	0,011	1,801	0,072
trabajo jefe de hogar homologado docente	0,006	0,027	0,206	0,837
trabajo jefe de hogar homologado empleado privado	0,010	0,010	0,988	0,323
trabajo jefe de hogar homologado empleado público	0,008	0,011	0,716	0,474
trabajo jefe de hogar homologado jubilado	0,014	0,014	0,999	0,318
trabajo jefe de hogar homologado negocio propio	0,023	0,012	2,023	0,043
trabajo jefe de hogar homologado no informa	0,013	0,010	1,255	0,209
trabajo jefe de hogar homologado obrero	0,011	0,011	1,036	0,301
trabajo jefe de hogar homologado seguridad	0,010	0,027	0,364	0,716
años con diabetes	-0,000	0,000	-0,645	0,519
¿en qué zona vive usted? urbana	-0,001	0,003	-0,238	0,812
¿el lugar donde usted vive es? casa familiar	-0,004	0,007	-0,552	0,581
¿el lugar donde usted vive es? no registra	-0,010	0,005	-2,098	0,036
¿el lugar donde usted vive es? prestado	-0,009	0,013	-0,674	0,500
¿el lugar donde usted vive es? propio	-0,003	0,004	-0,690	0,490

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Tabla 9. Estadísticos del Modelo SEM

Metric	Value
Lambda	-0,229
LR test value	1,235
Asymptotic standard error	0,166
z-value	-1,375
Wald statistic	1,890
Log likelihood	733,870
ML residual variance (sigma squared)	0,001
Number of observations	323
Number of parameters estimated	26
AIC	-1.415,700

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Coefficiente Lambda (λ):

El coeficiente lambda evalúa la autocorrelación en los errores del modelo. En este caso, λ se aproxima a -0.23, lo cual refleja una leve tendencia negativa en la dependencia espacial de los residuos. No obstante, al no ser estadísticamente significativo, no se puede afirmar con certeza la existencia de una fuerte dependencia espacial en los errores.

Análisis de las variables consideradas:

Intercepto: Su alta significancia confirma que la constante desempeña un papel relevante en la estimación de los niveles de hemoglobina (HbA1c).

Distancia a los hospitales: Aunque presenta un coeficiente positivo, no alcanza un nivel de significancia estadística, lo que sugiere que la distancia a centros hospitalarios no tiene un efecto claro sobre los niveles de HbA1c.

Gasto en diabetes: Muestra un coeficiente negativo y está cerca del umbral de significancia, lo cual podría indicar que un mayor gasto en el tratamiento de la

diabetes se relaciona con una leve reducción en los niveles de HbA1c. Sin embargo, esta relación no puede considerarse definitiva.

Trabajo del jefe de hogar (Negocio propio): Esta variable exhibe un efecto positivo y significativo, lo que sugiere que en hogares donde el jefe tiene un negocio propio, los niveles de HbA1c tienden a ser más elevados.

Lugar de residencia (No registrado): Esta categoría presenta un coeficiente negativo significativo, indicando que quienes no informan su lugar de residencia podrían tener niveles de HbA1c ligeramente menores en comparación con otros grupos.

Evaluación general del modelo:

El valor del logaritmo de la verosimilitud se sitúa en torno a 733.87, muy similar al del modelo SAR. El criterio de información de Akaike (AIC) para el modelo SEM es -1415.7, apenas más alto que el del modelo lineal simple (-1416.5), lo que sugiere que el SEM no representa una mejora considerable en el ajuste de los datos.

La falta de significancia del coeficiente lambda indica que no hay una fuerte dependencia espacial en los errores del modelo, por lo que el uso del SEM no aporta beneficios sustanciales frente a un modelo lineal tradicional.

En conclusión, aunque variables como el gasto en diabetes y el tipo de ocupación del jefe de hogar presentan asociaciones ligeramente significativas con los niveles de HbA1c, la mayoría de los factores analizados no muestran efectos relevantes desde el punto de vista estadístico.

Modelo SARMA

Es un modelo que captura tanto la dependencia espacial en la variable dependiente como en los errores. En este caso, el análisis se basa en el nivel de

HbA1c como variable dependiente, con la distancia a los hospitales y una serie de variables sociodemográficas como variables explicativas.

$$HbA1c_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} HbA1c_j + \beta_0 + \beta_1 distancia_i + \beta_2 sexo_i + \beta_3 ingreso_i + \beta_4 gasto_i + \beta_5 tipo_{empleo}_i + \beta_6 años\ con\ diabetes_i + \beta_7 area_i + \beta_8 tipo_vivienda_i + u_i$$

$$u_i = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} u_j + \varepsilon_i$$

Donde:

$HbA1c_i$ = Hemoglobina para la unidad espacial i.

w_{ij} = son los pesos espaciales que definen la relación entre la unidad espacial i y la unidad j. Definido por la matriz de pesos espaciales W.

ρ = es el parámetro de autocorrelación espacial

$u_i = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} u_j + \varepsilon_i$ = Este es el término que modela los errores espaciales, donde λ mide la dependencia espacial entre los errores y ε_i es un término de error aleatorio.

Tabla 10. Coeficientes del Modelo SARMA

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Intercept	0,089	0,052	1,711	0,087
distancia	-	-	1,626	0,104
sexo masculino	0,001	0,003	0,333	0,739
edad	-	0,000	0,215	0,830
ingreso mensual promedio	-	-	1,066	0,287
gasto en diabetes	-0,000	-	-1,826	0,068
trabajo jefe de hogar homologado artesano	0,014	0,015	0,913	0,361
trabajo jefe de hogar homologado comerciante	0,004	0,011	0,362	0,718
trabajo jefe de hogar homologado conductor	0,009	0,016	0,540	0,589
trabajo jefe de hogar homologado desempleado	0,020	0,011	1,793	0,073
trabajo jefe de hogar homologado docente	0,006	0,027	0,208	0,835
trabajo jefe de hogar homologado empleado privado	0,010	0,010	0,978	0,328
trabajo jefe de hogar homologado empleado público	0,008	0,011	0,698	0,485
trabajo jefe de hogar homologado jubilado	0,013	0,014	0,983	0,326

trabajo jefe de hogar homologado negocio propio	0,023	0,012	2,000	0,046
trabajo jefe de hogar homologado no informa	0,012	0,010	1,238	0,216
trabajo jefe de hogar homologado obrero	0,011	0,011	1,026	0,305
trabajo jefe de hogar homologado seguridad	0,010	0,027	0,362	0,717
años con diabetes	-0,000	0,000	-0,629	0,529
¿en qué zona vive usted? urbana	-0,001	0,003	-0,239	0,811
¿el lugar donde usted vive es? casa familiar	-0,004	0,007	-0,558	0,577
¿el lugar donde usted vive es? no registra	-0,011	0,005	-2,098	0,036
¿el lugar donde usted vive es? prestado	-0,009	0,013	-0,672	0,501
¿el lugar donde usted vive es? propio	-0,003	0,004	-0,681	0,496

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Tabla 11. Estadísticos del Modelo SARMA

Metric	Value
Rho	-0,074
Rho Std. Error	0,553
Rho z-value	-0,135
Rho p-value	0,893
Lambda	-0,168
Lambda Std. Error	0,587
Lambda z-value	-0,286
Lambda p-value	0,775
LR test value	1,324
LR p-value	0,516
Log likelihood	733,915
AIC	-1.413,800

Fuente: Base de Datos 2020-2024, Apadrinados Fundación Diabetes Juvenil Ecuador

Elaboración: David Gallegos Coello

Intercepto:

El valor estimado del intercepto ronda los 0.089, lo cual representa el nivel proyectado de HbA1c en ausencia de otros factores. Sin embargo, este valor no

resulta estadísticamente significativo al nivel del 5%, ya que su valor p es 0.087. Por ende, no se puede afirmar con certeza que este valor difiera de cero.

Efecto de la distancia hacia los hospitales

El coeficiente correspondiente a la distancia es positivo, lo que sugiere que, a mayor distancia, podría observarse un leve incremento en los niveles de HbA1c. No obstante, este efecto no es significativo desde el punto de vista estadístico ($p = 0.104$), por lo que no se puede confirmar dicha asociación.

VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

El sexo masculino presenta un coeficiente positivo muy bajo y carece de significancia estadística ($p = 0.739$), indicando que, en este análisis, el género no influye de manera clara sobre los niveles de HbA1c.

La edad tampoco muestra un efecto significativo ($p = 0.830$).

Ni el ingreso mensual ni el gasto en diabetes alcanzan niveles de significancia. No obstante, este último se aproxima al umbral ($p = 0.068$), sugiriendo una posible relación leve con una disminución en los niveles de HbA1c.

En cuanto al empleo del jefe de hogar, la mayoría de las categorías no presentan significancia. La única excepción es la categoría “Negocio Propio”, que sí resulta estadísticamente significativa ($p = 0.046$), lo cual indica que en hogares donde el jefe tiene un emprendimiento propio, los niveles de HbA1c tienden a ser más altos.

VARIABLES VINCULADAS A LA VIVIENDA

La categoría “No Registra” dentro del tipo de vivienda presenta un coeficiente negativo y estadísticamente significativo ($p = 0.036$), lo que sugiere que quienes no informan su tipo de vivienda podrían tener niveles ligeramente más bajos de HbA1c, posiblemente reflejando diferencias en el manejo de la diabetes.

Dependencia espacial

El coeficiente rho, que evalúa la existencia de dependencia espacial en la variable dependiente, es negativo, aunque muy reducido (-0.074) y no significativo ($p = 0.893$), lo que indica que no se observa evidencia de dependencia espacial en los niveles de HbA1c.

Por su parte, el coeficiente lambda, encargado de medir la autocorrelación espacial en los errores del modelo, también es negativo y no significativo (-0.168, $p = 0.775$), lo que sugiere ausencia de dependencia espacial en los residuos.

El valor del logaritmo de la verosimilitud es 733.91 y el AIC del modelo se sitúa en -1413.8. Esto indica que el modelo presenta un ajuste razonable, aunque no mejora de forma notable en comparación con un modelo lineal tradicional que no considera componentes espaciales.

El modelo SARMA aplicado a estos datos revela que no existe una dependencia espacial fuerte, ni en los niveles de HbA1c ni en los errores del modelo. En términos generales, las variables sociodemográficas no muestran un impacto relevante, con la excepción del empleo del jefe de hogar en la categoría "Negocio Propio". Además, la variable "No Registra" asociada al tipo de vivienda sí mantiene una relación estadísticamente significativa con los niveles de HbA1c.