

Caracterización epidemiológica de la meningitis bacteriana y su relación con el Índice de Desarrollo Humano en Ecuador

Epidemiological characterization of bacterial meningitis and its relationship with the Human Development Index in Ecuador

Andrés Fernando Vinueza Veloz^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7657-2975>

Marlon Fabricio Calispa Aguilar² <https://orcid.org/0000-0003-0651-1656>

Tannia Valeria Carpio Arias³ <https://orcid.org/0000-0003-2989-1751>

Maria Fernanda Vinueza Veloz⁴ <https://orcid.org/0000-0002-2493-0769>

Pamela Vinueza Veloz³ <https://orcid.org/0000-0001-5880-1706>

Felipe Alexander Andrade Condor⁵ <https://orcid.org/0000-0003-1416-1123>

Belkys Galindo Santana¹ <https://orcid.org/0000-0002-8757-4036>

¹Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (IPK). La Habana, Cuba.

²Universidad Católica de Lovaina. Louvain la Neuve, Bélgica.

³Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

⁴Universidad de Oslo. Oslo, Noruega.

⁵Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: andresvinueza1992@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La meningitis bacteriana consiste en la infección bacteriana del espacio subaracnoideo. Estudios recientes han determinado una mayor incidencia de la enfermedad en regiones pobres del planeta.

Objetivos: Caracterizar los casos de meningitis bacteriana en Ecuador durante el periodo 2017–2022 y determinar la relación entre incidencia y mortalidad subnacional de meningitis bacteriana con el Índice de Desarrollo Humano subnacional (IDH-c).

Método: Diseño ecológico. Se identificaron casos de meningitis bacteriana, mediante el análisis de la información del sistema de vigilancia epidemiológica pasiva ecuatoriano; se determinó la incidencia en menores de cinco años y en todas las edades a partir de los casos identificados en su cantón habitual de residencia. El IDH-c se tomó de repositorios estatales. La correlación entre la incidencia y la mortalidad de meningitis bacteriana y el IDH-c se evaluó mediante los test de Spearman y bivariado de Morán.

Resultados: Se identificaron 1517 casos de meningitis bacteriana (letalidad: 12,5 %). No existieron diferencias entre ambos sexos en el área de residencia, letalidad y patógeno aislado ($p > 0,05$). Nacionalmente, la incidencia y mortalidad por 100 000 habitantes fue de 1,89 y 0,18 casos, respectivamente. No se identificó autocorrelación espacial en la incidencia y mortalidad subnacional de meningitis bacteriana. No se identificó correlación entre la incidencia y mortalidad subnacional de meningitis bacteriana con el IDH-c ($p > 0,05$).

Conclusiones: El sexo masculino en Ecuador tiene mayores tasas de incidencia y mortalidad por meningitis bacteriana en comparación con el sexo femenino. La variación del IDH-c no se relaciona con la incidencia y mortalidad subnacional por meningitis bacteriana en Ecuador.

Palabras clave: meningitis bacteriana; Ecuador; indicadores de desarrollo.

ABSTRACT

Introduction: Bacterial meningitis consists of bacterial infection of the subarachnoid space. Recent studies have determined a higher incidence of the disease in poor regions of the planet.

Objectives: Characterize cases of Bacterial meningitis in Ecuador during the period 2017 – 2022 and determine the relationship between subnational incidence and mortality of Bacterial meningitis with the subnational Human Development Index (HDI-c).

Method: Ecological design. Bacterial meningitis cases were identified by analyzing information from the Ecuadorian passive epidemiological surveillance system; the incidence was determined in children under 5 years of age and in all ages by aggregating the cases by their usual canton of residence. The HDI-c was taken from state repositories. The estimate between incidence and mortality of MB and HDI-c was evaluated using the Spearman and Moran bivariate tests.

Results: 1 517 cases of bacterial meningitis were identified (fatality: 12.5%). There were no differences between both sexes in the area of residence, lethality and isolated pathogen ($p > 0,05$). Nationally, the incidence and mortality per 100 000 inhabitants were 1,89 and 0,18 cases respectively. No spatial autocorrelation was identified in subnational bacterial meningitis incidence and mortality. No evaluation was identified between the subnational incidence and mortality of MB with HDI – c ($p > 0,05$).

Conclusions: The male sex in Ecuador has higher incidence and mortality rates due to bacterial meningitis compared to the female sex. The variation in the HDI-c is not related to the subnational incidence and mortality due to bacterial meningitis in Ecuador.

Keywords: bacterial meningitis; Ecuador; development indicators.

Recibido: 21/02/2024

Aceptado:10/04/2024

Introducción

El término meningitis denota la inflamación de las cubiertas *leptomeningeas* (piamadre y aracnoides); si esta inflamación es secundaria a una infección bacteriana se trataría de meningitis bacteriana (MB).⁽¹⁾ Esta infección puede generar necrosis del parénquima subyacente por la acción de derivados inflamatorios y la alteración del flujo sanguíneo cerebral, producto del incremento de la presión intracraneal.

El *Streptococcus pneumoniae* y la *Neisseria meningitidis* constituyen la causa más común de MB (hasta el 41,2 y 36,2 % de los casos de MB, respectivamente).⁽²⁾ Una excepción a ello ocurre en neonatos, entre quienes el patógeno más común es el *Streptococcus agalactiae* (22,8 % de los fallecidos y 20,4 % de los sobrevivientes).⁽³⁾ Se sabe que en Ecuador, independientemente de la edad, el *Streptococcus pneumoniae* es la causa más común de casos no fatales (14,1 %) y fatales (15,2%).⁽³⁾

De los 2,5 millones de casos/año que se estiman en el mundo, 1,2 millones ocurren en menores de cinco años, quienes padecen secuelas como parálisis cerebral infantil, hipoacusia neurosensorial y epilepsia.⁽³⁾ Como consecuencia, la MB provoca anualmente la pérdida de 21 millones de años de vida por discapacidad.^(4,5) Además, la MB presenta claras diferencias epidemiológicas en relación con el sexo; los hombres presentan mayor incidencia durante los primeros años de vida y en la edad adulta el ser hombre constituye un factor independiente para tener resultados adversos en la MB adquirida en la comunidad.^(6,7)

Al igual que otras enfermedades infecciosas, la MB no se distribuye uniformemente en el mundo, sino que es más frecuente en regiones con menor desarrollo humano como América del Sur, África y el Sudeste Asiático.⁽³⁾ El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador (rango: 0 a 0,99; puntaje mayor = mayor desarrollo), utilizado para evaluar el progreso de una sociedad en términos socioeconómicos. El IDH evalúa tres dimensiones: esperanza de vida (índice de esperanza de vida al nacer: I_EVN), acceso a la educación (índice general de educación: I_GE) y nivel económico (índice de producto interno bruto *per cápita*: I_PIB).⁽⁸⁾ El metaanálisis

de Higueta y otros reportó que la incidencia de enfermedades infecciosas se correlaciona de manera inversa con el Índice de Desarrollo Humano (IDH) ($\rho = -0,85$ a $-0,4$; $p < 0,05$), debido a la mayor exposición frente a agentes patógenos y al déficit posterior de atención médica.^(9,10)

Pocos estudios se han enfocado en tratar la relación entre la MB y el IDH. El estudio realizado por Borumandnia y otros determinó que las naciones en vías de desarrollo (IDH $< 0,7$) presentaron una media tres veces mayor a la de naciones desarrolladas (IDH $> 0,7$).⁽¹¹⁾ Hasta la fecha no existen estudios similares que aborden ese tema en Sudamérica y menos aún en Ecuador, donde tampoco la MB ha sido caracterizada epidemiológicamente.

Los objetivos del estudio fueron: caracterizar los casos de la MB en Ecuador durante el período 2017–2022 y determinar la correlación entre la incidencia/mortalidad por la MB y el IDH subnacional.

Métodos

Se realizó un estudio observacional, ecológico. Su delimitación geográfica es Ecuador (superficie de 257 217 km² y 17,9 millones de habitantes en el año 2023). Limita al norte con Colombia, al sur–este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico.⁽¹²⁾ Subnacionalmente, está dividido en 221 cantones, agrupados en 24 provincias y, a su vez, distribuidos en tres regiones geográficas: Costa (costa oceánica), Sierra (región montañosa andina) y Amazonía (selva amazónica). Temporalmente el estudio abarca el período 2017–2022.

Los casos de MB se obtuvieron de las bases de datos: “Camas y Egresos Hospitalarios”, elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC). Estas bases son de acceso libre (<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/camas-y-egresos-hospitalarios/>) y recopilan información a través de un sistema de vigilancia epidemiológico pasivo,

que registra todos los diagnósticos (código CIE-10) de hospitales públicos y privados ecuatorianos.

Los códigos CIE-10 usados para definir un caso de MB fueron: G001, G002, G003, G008, G009, G010, G000, G042, A390 y A321. La definición de caso de MB incluye los adquiridos en la comunidad e infecciones asociadas a la atención de salud. Además del diagnóstico, se obtuvo información demográfica: edad (años), sexo (autodefinición: masculino - femenino), área de residencia (urbano - rural) y desenlace clínico del paciente (vivo o muerto).

A nivel cantonal la incidencia anual de MB (en todas las edades) se obtuvo al dividir el número de casos cantonales para la población total del cantón. La incidencia en menores de cinco años anual se calculó dividiendo el número de casos cantonales en menores de cinco años para la población cantonal menor a cinco años. Un proceso similar se aplicó para los casos de mortalidad, al cambiar en el numerador, los casos incidentes por los fallecimientos. Los denominadores se obtuvieron de las proyecciones poblacionales anuales del INEC estratificadas por el sexo.⁽¹²⁾ Se emplea una tasa por 100 000 habitantes (x 100 mil hab.) para la incidencia y mortalidad.

Se calculó el Índice de Desarrollo Humano cantonal (IDH-c). Para ello se obtuvo la media geométrica entre el I_EVN (expectativa de vida al nacer cantonal - 25 años) / (85 años - 25 años), I_PIB (log (PIB per cápita cantonal) - log (100)/log (40 000) - log (100)) e I_GE (tasa de matriculación cantonal en escuelas, colegios y universidades)/3.⁽¹³⁾ El sustraendo de los numeradores, así como los denominadores provienen de los valores mínimos y máximos del informe del IDH del año 2016.⁽¹⁴⁾

El cálculo de estos índices se basó en la información obtenida del INEC (www.ecuadorencifras.gob.ec), el Banco Central del Ecuador (www.bce.fin.ec) y las rectorías gubernamentales de educación básica y universitaria del Ecuador (www.educacion.gob.ec), (www.senescyt.gob.ec). Estos índices pueden consultarse en el libro *Informe sobre el desarrollo humano del Ecuador, IDH de los 221 cantones*.⁽¹³⁾

En el plan de análisis se realizó la caracterización de los casos de MB; se describió el sexo, área de residencia (área), letalidad hospitalaria (letalidad) y agente causal aislado (etiología). Esta caracterización se estratificó con base en el sexo; se emplearon los test de ji al cuadrado (área y letalidad), Fisher (etiología) y t-test (incidencia nacional y mortalidad nacional) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre el sexo masculino y femenino. Este análisis se realizó en dos grupos etarios: todas las edades (0 – 99 años) y preescolares (menores de cinco años).

Mediante los mapas coropléticos se muestra la media interanual (período 2017 – 2022) de incidencia y mortalidad en todas las edades. Se comparó la incidencia y mortalidad en todas las edades entre los cantones de las regiones Costa, Sierra y Amazonía mediante el test de Kruskal-Wallis (la incidencia y mortalidad no presentaron distribución normal; test de Shapiro-Wilk: $p = < 0,001$) con posterior análisis *post hoc* con ajuste de Holm.

La correlación entre la incidencia de MB (en todas las edades) y el IDH-c se explora mediante un cartograma bivariado. El análisis de correlación entre la incidencia y la mortalidad cantonal (todas las edades y preescolares) ~ IDH-c se evaluó mediante el test de Spearman; se comparó también la mediana de IDH-C entre los cantones con y sin casos de MB mediante el test de Mann-Whitney. El análisis espacial de esta correlación se exploró también mediante el test bivariado de Morán. Para ello se elaboró previamente una matriz de pesos espaciales de contigüidad de primer orden en matriz reina.

El planteamiento de hipótesis fue el siguiente: H_0 = no hay correlación entre la incidencia/mortalidad por MB y el IDH- c. H_1 = entre incidencia/mortalidad por MB e IDH- c. Se tomó como límite de significancia estadística para todos los análisis un valor de $p < 0,05$ a dos colas.

Se emplearon los siguientes *softwares* empleados: R versión 4,3 y GeoDa versión 1,2. Los paquetes de R empleados fueron: sf, rgeoda, tidyverse y ggstatsplot.⁽¹⁵⁾ El estudio parte del análisis de bases de datos de acceso público, por tanto no se requirió de la autorización de un comité de bioética. Los casos de MB se anonimizaron previamente por el INEC. Como estrategia para el control de sesgo

de diagnóstico hospitalario se agregaron los casos de MB en relación con su cantón de residencia habitual y no al cantón donde se ubica el hospital donde se realizó el diagnóstico.

Resultados

Durante el período 2017–2022 se registró 6 580 088 egresos hospitalarios en Ecuador, entre los cuales se identificó 1 519 casos de MB, se excluyeron dos casos por no especificarse el sitio de residencia habitual ($n = 1\ 517$ casos). En todas las edades se registró una media interanual de 256 casos con una desviación estándar (DE) de 48,5. En todas las edades la media nacional de incidencia y mortalidad x 100 mil habitantes fue 1,89 (DE: 0,29) y 0,18 (DE: 0,03), respectivamente. En preescolares se registró una media de 58,3 casos anuales (DE: 12,8), la incidencia y mortalidad media nacional fue de 3,51 (DE: 0,76) y 0,2 (DE: 0,01) respectivamente.

El promedio de edad de los casos de MB fue de 27,99 años (DE = 25,43). En todas las edades y en preescolares la mayor parte de los casos fue del sexo masculino y residente en el área urbana; se registró una letalidad hospitalaria global de 12,5 %. La incidencia y mortalidad fue mayor en preescolares masculinos, en comparación con sus los femeninos ($p < 0,05$).

La mayor incidencia en el sexo masculino también fue estadísticamente significativa en todas las edades ($p < 0,05$). Más del 93 % de los casos egresó sin un diagnóstico microbiológico; no existió diferencia estadísticamente significativa en relación con el sexo y la etiología (tabla1).

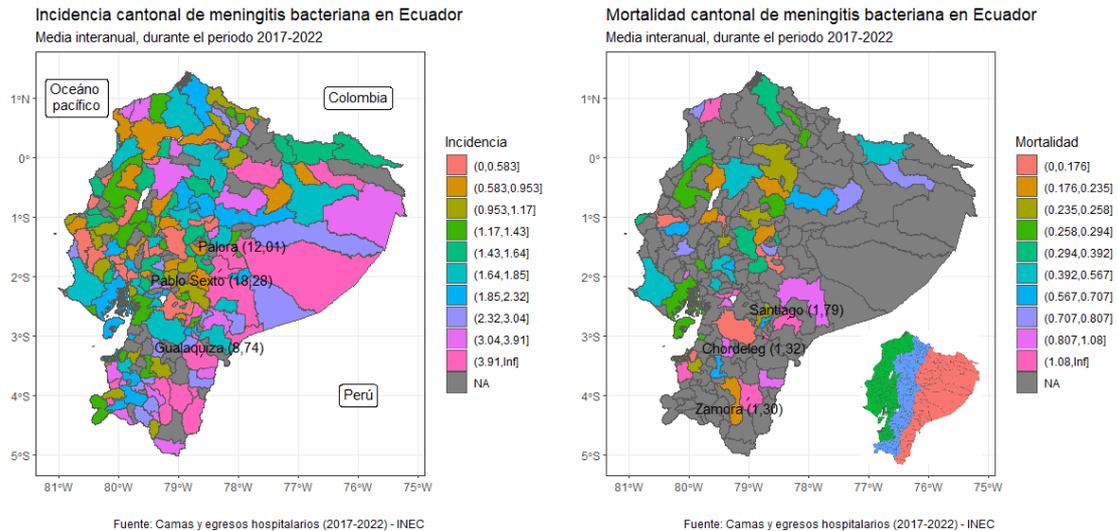
Tabla 1 - Caracterización de los casos de MB en Ecuador durante el periodo 2017 - 2022

	Prescolares			Todas las edades		
	Masculino n (%)	Femenino n (%)	<i>p</i>	Masculino n (%)	Femenino n (%)	<i>p</i>
Sexo	216 (62)	134 (38)		879 (57)	638 (43)	
Área, urbano	186 (86,11)	110 (82,09)	0,3	753 (85,67)	532 (83,39)	0,2
Letalidad, vivo	202 (93,52)	130 (97,01)	0,2	765 (87,03)	562 (88,09)	0,5
Etiología	Masculino n (%)	Femenino n (%)		Masculino n (%)	Femenino n (%)	
Desconocido	203 (94)	125 (93,3)	0,5	827 (94,1)	602 (94,4)	0,77
<i>Staphylococcus. spp</i>	7 (3,2)	3 (2,2)		17 (1,9)	9 (1,4)	
<i>Streptococcus. spp</i>	3 (1,4)	5 (3,7)		20 (2,3)	17 (2,7)	
<i>Listeria monocytogenes</i>	0 (0,0)	0 (0,0)		6 (0,7)	6 (0,9)	
<i>Nisseria meningitidis</i>	3 (1,4)	1 (0,7)		9 (1)	4 (0,6)	
Medidas de frecuencia epidemiológica	Masculino: media (DE)	Femenino: media (DE)		Masculino: media (DE)	Femenino: media (DE)	
Incidencia nacional	4,85 (1,07)	3,12 (0,86)	0,04	1,71 (1,47)	1,21 (0,27)	0,02
Mortalidad nacional	0,31 (0,29)	0,09 (0,11)	0,1	0,22 (0,04)	0,14 (0,03)	< 0,01

Leyenda: n: casos; %: porcentaje; DE: Desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis ecológico muestra que en la Amazonía se concentran los tres cantones con la mayor incidencia y mortalidad por MB en todas las edades (fig. 1). La región amazónica tuvo una mayor incidencia y mortalidad (en todas las edades y preescolares) en comparación con la Costa y Sierra (solo hubo una diferencia estadísticamente significativa entre las tres regiones en la incidencia en todas las edades). La incidencia media regional x 100 mil habitantes en todas las edades esta fue: Amazonía: 3,08, Costa: 1,35, Sierra: 1,43 ($F_{\text{Welch}}: 4,48$; $p = 0,01$; $p_{\text{Holm}} \text{ Amazonía} \sim \text{Costa} = 0,04$; $p_{\text{Holm}} \text{ Amazonía} \sim \text{Sierra} = 0,04$).



Leyenda: En escala de colores: percentiles del 10 al 90 de incidencia/mortalidad x 100mil hab.; NA: cantones sin casos incidentes o mortales de MB; Esquina inferior derecha: regiones geográficas del Ecuador (verde: Costa, azul: Sierra, rojo: Amazonía).

Nota al pie: Se muestran los nombres de los tres cantones con la mayor incidencia y mortalidad (en paréntesis la incidencia/mortalidad x 100mil hab.).

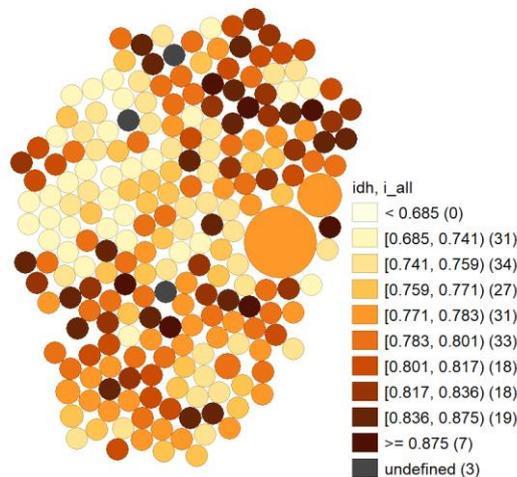
Fuente: Elaboración propia.

Fig. 1 – Mapas coroplético de incidencia y mortalidad (todas las edades) por MB en Ecuador durante el período 2017–2022.

Durante el 2016 el IDH-c tuvo una mediana de 0,77 y un rango intercuartílico (RIQ) de 0,05. No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de IDH-c entre las regiones Costa (0,77), Sierra (0,78) y Amazonía (0,78) ($W:5,58, p = 0,06$). Tampoco hubo diferencias significativas del IDH-c entre cantones con la mediana de IDH-c: 0,78 y sin casos (mediana de IDH-c: 0,77) de MB en todas las edades ($W: 3\ 904, p = 0,35$). En los preescolares no se identificó diferencia del IDH-c entre cantones con la mediana de IDH-c: 0,79 y sin casos (mediana de IDH-c: 0,78) incidentes de MB ($W: 5\ 654, p = 0,5$).

El índice global de Morán para la incidencia de la MB en todas las edades fue de -0,01 (randomización de Monte-Carlo tras 999 permutaciones: valor $Z = -0,12, p = 0,12$), lo que señala que la incidencia de MB no presenta autocorrelación espacial. El análisis exploratorio de la relación entre la incidencia de la MB y el IDH-c se

muestra en el cartograma de la figura 2. Visualmente no se puede observar que existe correlación entre estas dos variables.



Leyenda: Cada círculo es un cantón, el tamaño del círculo es proporcional a la incidencia de MB en todas las edades. La opacidad del color aumenta mientras mayor es el IDH-c.

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 1 – Cartograma bivariado entre el IDH-c (año 2016) e incidencia subnacional de MB en todas las edades en Ecuador (período 2017–2022).

La correlación entre la incidencia/mortalidad por MB y el IDH-c no resultó ser estadísticamente significativa (tabla 2). Tras este análisis no se puede descartar H_0 , ya que no se pudo demostrar que la incidencia/mortalidad por MB e IDH-c están correlacionadas.

Tabla 1 - Correlación entre la incidencia/mortalidad por MB (todas las edades y prescolares) en Ecuador (período 2017–2022) e IDH-c (año 2016)

Población	Relación estudiada	Test de Spearman		Test bivariado de Morán	
		Estadístico	<i>p</i>	Estadístico	<i>p</i>
Todas las edades	Incidencia ~ IDH-c	0,16	0,15	-0,008	0,37
	Mortalidad ~ IDH-c	0,09	0,1	0,01	0,22
Prescolares	Incidencia ~ IDH-c	0	0,9	0,008	0,45
	Mortalidad ~ IDH-c	0,15	0,06	-0,01	0,1

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Previamente, en Ecuador se han reportado series de casos de MB en hospitales de referencia nacional que se diferencian del presente estudio, sobre todo, en la letalidad hospitalaria (falleció el 48 % de los casos). Estos casos tienen en común el antecedente previo de procedimientos neuroquirúrgicos (30 %) e inmunosupresión (30 %). Cabe destacar que estos casos han sido captados por el sistema de vigilancia epidemiológica pasiva ecuatoriano, por tanto se incluyen en este estudio, debido a sus diagnósticos de egreso.^(16,17)

A nivel nacional se han realizado estudios descriptivos de MB secundarias a patógenos específicos: el estudio realizado por Rodríguez y otros determinó que en Ecuador durante el período 2017–2022 se registraron 16 casos nuevos casos de meningitis meningocócica en todas las edades.⁽¹⁸⁾ Jimbo-Sotomayor y otros indicaron que se registraron 44 casos de meningitis neumocócica (en prescolares) durante el período 2005–2015.⁽¹⁹⁾ Estos reportes deben ser tomados con cautela, ya que, como se demuestra en este estudio, más del 93 % de los casos egresaron del hospital sin establecer el diagnóstico etiológico.

El estudio *Global Burden of Diseases 2019 Meningitis and Antimicrobial Resistance* (GBD 2019 meningitis) infirió la incidencia y mortalidad de meningitis en el mundo durante el año 2019.⁽³⁾ Según este estudio, la incidencia y mortalidad mundial de MB es de 35,4 (IC95 %: 29,6 a 42,5) y 3,3 (IC95 %: 2,8 a 3,9) casos x 100 mil habitantes. Mundialmente, las mayores tasas de incidencia y mortalidad se registran en el “cinturón de meningitis africano” (África subsahariana), presentando hasta 257,1 casos incidentes (IC95 %: 221,2 a 297,7) y 25,4 muertos (IC95 %: 17,5 a 32,9) x 100 mil habitantes.⁽³⁾

Según el *GBD 2019 meningitis*, Ecuador presenta un estimado de incidencia y mortalidad x 100 mil habitantes de 6,9 (IC95 %: 5,7 a 8,3) y 0,7 (IC95 %: 0,6 a 0,9) casos de meningitis, respectivamente. Estas cifras son menores a la media sudamericana (incidencia: 16,8 casos y mortalidad: 1 fallecido x 100 mil habitantes), pero superiores a las obtenidas en este estudio. Esto puede deberse a que en el estudio *GBD 2019 meningitis* no se excluyeron los casos de meningitis viral que en Ecuador representan hasta el 31,9 % de los casos; además, los datos del *GBD 2019 meningitis* son estimaciones estadísticas, por lo que pudieran alejarse de la realidad sanitaria del país.⁽³⁾

Se conoce que las enfermedades infecciosas, entre ellas la MB, son más comunes y graves en el sexo masculino durante la niñez. Esto puede obedecer a interacciones endócrino–inmunitarias, pues la testosterona tiene efectos inmunosupresivos, al reducir la secreción de interferón e interleucina cuatro por parte de linfocitos T.⁽²⁰⁾ Desde el nacimiento hasta los 45 años el riesgo relativo de MB entre el sexo masculino/femenino varía entre 1,13 y 1,25 ($p < 0,05$).⁽⁷⁾

Durante la adultez esta tendencia se mantiene y se agrega que el sexo masculino presenta más frecuentemente factores de riesgo para desarrollar la MB. El estudio de Dias y otros indica que el sexo masculino triplica la frecuencia de antecedentes recientes de traumatismo craneoencefálico y el alcoholismo.⁽⁶⁾ El sexo masculino constituye, además, un factor de riesgo independiente de la muerte en casos de MB adquirida en la comunidad y presenta un *odds ratio* de 1,47 (IC 95 %: 1,04 a 2,07).⁽⁶⁾

Es posible que en la mayor incidencia masculina de la MB también intervenga un sesgo de diagnóstico clínico. El estudio de Dias y otros comunica que los casos masculinos presentaron una clínica más específica de patología neuroinfecciosa (crisis convulsivas, signos de focalidad neurológica), en comparación con casos femeninos, quienes presentaron clínica (clínica poco específica) de náusea, rigidez nuchal y taquicardia.⁽⁶⁾ En este estudio el sexo femenino presentó más frecuentemente el antecedente previo de antibioticoterapia, lo que podría sesgar los resultados del análisis de líquido cefalorraquídeo, lo que hace difícil el diagnóstico.^(1,6)

Los resultados de este estudio indican que la región mayormente afectada por la MB es la Amazonía, que no mostró diferencias significativas del IDH-c en comparación con las regiones Sierra y Costa (pese a que es la región con mayor aporte al PIB nacional debido a su producción petrolera).⁽²¹⁾ Esto puede deberse al menor I_EVN de la región amazónica (0,84), en comparación con la región Sierra (0,86).⁽¹³⁾ Esta región presenta pobres indicadores de salud como: elevada desnutrición crónica infantil (presente en el 33,4 % de los niños de la amazonía rural), elevada mortalidad materna (15,8 muertes por 100 000 mujeres en edad fértil) y el 48 % de la población no consume agua potable.^(22,23)

Actualmente, la principal medida preventiva contra la MB es la vacunación; en Ecuador los patógenos asociados a la MB prevenidos mediante campañas de inmunización activa son: *Haemophilus influenzae* (tipo B) y *Streptococcus pneumoniae* (serotipos: 1, 4, 5, 6B, 7F, 9V, 14, 18C, 19F y 23F). Se emplean dosis intramusculares a los dos, cuatro y seis meses de vida.⁽²⁴⁾ Para el año 2022 Ecuador presentó una cobertura vacunal (tres de tres dosis) en menores de 1 año del 79,8 % (*Streptococcus pneumoniae*) y del 69,7% para la *Haemophilus influenzae*.⁽²⁵⁾

Regionalmente en Ecuador, el estudio realizado por Suárez-Rodríguez y otros identificaron clústeres de elevada cobertura vacunal (período 2018–2020) contra *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus pneumoniae* en la región Amazónica.⁽²⁶⁾ Estudios recientes han demostrado que la instauración de esquemas vacunales

contra esos patógenos genera el remplazo de estos por variantes de *Neisseria meningitidis*.⁽²⁷⁾

Dado que esta región no presenta bajo IDH-c o baja cobertura vacunal es posible que la elevada incidencia se deba a interacciones étnicomicrobiológicas. En esta región hasta el 62 % de la población se autoidentifica como indígena.⁽¹²⁾ Silva y otros determinaron que en indígenas amazónicos el 90 % de los casos de MB se da por la *Neisseria meningitidis* (complejos clonales hipervirulentos 32 y 103).⁽²⁸⁾ Además, se ha determinado que hasta el 73 % de estos pobladores son portadores asintomáticos de *Neisseria meningitidis*, lo que favorece su diseminación y, en caso de enfermar, presentan más frecuentemente enfermedad meningocócica diseminada.⁽²⁹⁾

En base a la conclusión de estudios previos se esperó encontrar una relación inversa entre la incidencia de la MB y el IDH-c; sin embargo, esto no sucedió.⁽³⁰⁾ Esto podría explicarse por la falta de sensibilidad del IDH para captar el estado de bienestar de una sociedad más allá de las cifras macroeconómicas, que en Ecuador llegan a distorsionarse por la producción petrolera. Suarez y otros indican que provincias de la región Amazónica descienden hasta 17 posiciones su IDH, al excluir del PIB la explotación petrolera; por tanto infla el IDH de regiones con mayor incidencia de MB.⁽³¹⁾

En resumen, en Ecuador durante el período 2017–2022 a nivel subnacional no existe correlación entre la incidencia/mortalidad por MB y el IDH-c. En ese sentido, en este estudio se sugiere el empleo de indicadores del desarrollo más lejanos a cifras macroeconómicas y más cercanos al estado de bienestar de los ciudadanos, como los índices de pobreza multidimensional y la desigualdad económica (índice GINI). En relación con este último índice, en la vecina Colombia se encontró una relación directa entre la incidencia de MB y la inequidad socioeconómica ($r^2 = 0,25$, $p < 0,01$).^(32,33)

Como debilidades metodológicas del estudio se puede citar el empleo de bases de datos secundarias y su diseño ecológico, por lo que sus conclusiones no están exentas de presentar falacia ecológica. Tampoco se pudo diferenciar si los casos de MB son de origen nosocomial o adquirido en la comunidad. Debido a que en

más del 90 % de los casos no se identificó el agente causal no se pudo realizar un análisis estratificado de este. Otra limitación está relacionada con no emplear la cobertura vacunal cantonal (no hubo respuesta por el INEC, tras haber solicitado digitalmente esta información). Esto es importante porque la cobertura vacunal podría ser un importante factor de confusión.

Dentro de sus fortalezas se encuentra su enfoque nacional y el empleo de indicadores de estadística espacial para identificar *hot spots* epidemiológicos. Se sugiere reforzar las políticas de salud pública encaminadas a su saneamiento. Otra fortaleza fue el enfoque nacional y el empleo de datos de vigilancia epidemiológica estandarizados para todo el país.

Conclusiones

La incidencia/mortalidad por MB en Ecuador no se correlaciona con el IDH-c. El sexo masculino presentó mayor incidencia y mortalidad, en comparación con el sexo femenino.

Referencias bibliográficas

1. Van de Beek D, Cabellos C, Dzupova O, Esposito S, Klein M, Kloek AT, *et al.* ESCMID guideline: diagnosis and treatment of acute bacterial meningitis. Clin Microbiol Infect. 2016;22:S37-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.01.007>. Epub 2016 Apr 7.
2. Oordt-Speets AM, Bolijn R, van Hoorn RC, Bhavsar A, Kyaw MH. Global etiology of bacterial meningitis: a systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2018;13(6):e0198772. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198772>
3. Wunrow HY, Bender RG, Vongpradith A, Sirota SB, Swetschinski LR, Novotney A, *et al.* Global, regional, and national burden of meningitis and its aetiologies, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet Neurol. 2023;22(8):685-711. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(23\)00195-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(23)00195-3)

4. Zunt JR, Kassebaum NJ, Blake N, Glennie L, Wright C, Nichols E, *et al.* Global, regional, and national burden of meningitis, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* 2018;17(12):1061-82. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(18\)30387-9](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(18)30387-9)
5. Schiess N, Groce NE, Dua T. The impact and burden of neurological sequelae following bacterial meningitis: A narrative review. *Microorganisms.* 2021;9(5):900. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9050900>
6. Dias SP, Brouwer MC, Bijlsma MW, van der Ende A, van de Beek D. Sex-based differences in adults with community-acquired bacterial meningitis: a prospective cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2017;23(2):121-e9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.10.026>
7. Green MS, Schwartz N, Peer V. A meta-analytic evaluation of sex differences in meningococcal disease incidence rates in 10 countries. *Epidemiol Infect.* 2020;148:e246. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268820002356>
8. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. The Next Frontier-human Development and the Anthropocene. United Nations; 2021 [acceso 12/12/2023]. Disponible en: <https://www.undp.org/belarus/publications/next-frontier-human-development-and-anthropocene>
9. Higueta-Gutiérrez LF, Cardona-Arias JA. Índice de desarrollo humano y eventos de salud pública: revisión sistemática de la literatura 1990-2015. *Rev Fac Nac Salud Pública.* 2018;36(1):5-16. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v36n1a02>
10. Alsan MM, Westerhaus M, Herce M, Nakashima K, Farmer PE. Poverty, global health, and infectious disease: lessons from Haiti and Rwanda. *Infect Dis Clin.* 2011;25(3):611-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2011.05.004>
11. Borumandnia N, Majd HA, Doosti H, Olazadeh K. The trend analysis of neurological disorders as major causes of death and disability according to human development, 1990-2019. *Environ Sci Pollut Res.* 2022:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16604-5>

12. INEC IN. Censo de población y vivienda. Censo Población y Vivienda. 2010 [acceso 12/12/2023]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>
13. Illingworth J, Campaña F. Informe sobre Desarrollo Humano del Ecuador. Fundación Ecuador. 2019.
14. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Panorama general Informe sobre Desarrollo Humano 2016. Desarrollo Humano para todos; 2017.
15. Anselin L, Rey SJ. Open source software for spatial data science. Geogr Anal. 2022 [acceso 12/12/2023];54(3):429-38. Disponible en: <https://cogs.sdsu.edu/publication/anselin-2022-open-source/>
16. Tintín Valverde JL. Características clínicas y epidemiológicas en pacientes con diagnóstico de meningitis, ingresados en el Hospital José Carrasco Arteaga, período mayo 2009-abril 2019; 2019.
17. Heredia E, López L, Córdova P. Características clínicas-epidemiológicas. Pacientes hospitalizados por meningitis bacteriana. Área de clínica. Hospital José Carrasco Arteaga. Período 2014-2019 [Tesis de Diploma]. Universidad de Cuenca; 2020 [acceso 12/12/2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35013>
18. Arias Rodríguez FD, Vázquez Medina GA, Arcos Valencia MD, Hidalgo Recalde SM, Larcos Herrera CL, Chasi Llumiguano NA, *et al*. Enfermedades prevenibles por vacunación en Ecuador: un problema de Salud Pública. Revista de Salud Pública. 2023 [acceso 12/12/2023];XXIX(1). Disponible en: [file:///C:/Users/hp/Downloads/Trabajo+N%C2%BA+9+Revista+JUNIO+2023+\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/Trabajo+N%C2%BA+9+Revista+JUNIO+2023+(1).pdf)
19. Jimbo-Sotomayor R, Armijos-Acurio L, Proaño-Espinosa J, Segarra-Galarza K, Sánchez-Choez X. Morbidity and mortality due to pneumococcal disease in children in Ecuador from 2005 to 2015. J Glob Infect Dis. 2020;12(3):124-8. DOI: https://doi.org/10.4103/jgid.jgid_125_19

20. Muenchhoff M, Goulder PJR. Sex differences in pediatric infectious diseases. *J Infect Dis.* 2014;209:S120-6. DOI: <https://doi.org/10.1093/infdis/jiu232>
21. Ramírez Álvarez JF, Díaz Sanchez JP. Fuentes de la desigualdad económica en Ecuador. *Rev Econ y política.* 2017;XIII(25):9-28. DOI: <https://doi.org/10.25097/rep.n25.2017.01>
22. García M, Acurio MLA, Sotomayor RJ, Sánchez X, Guijarro S. Analysis of births, abortions and maternal mortality in adolescents in Ecuador from 2013 to 2016. *Int J Pediatr Adolesc Med.* 2022;9(1):7-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpam.2019.07.002>
23. INEC. Encuesta Nacional sobre Desnutrición Infantil. Quito, Ecuador; 2023 [acceso 12/12/2023]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ENDI/Presentacion_de_Resultados_ENDI_R1.pdf
24. Jimbo Sotomayor RE, Sánchez Choez XG, Vilema M, Ghisays G. Costo de la inmunización de rutina en menores de un año en el Ecuador. *Vacunas.* 2018 [acceso 12/12/2023];19(2):61-6. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-vacunas-72-articulo-costo-inmunizacion-rutina-menores-un-S1576988718300360>
25. World Health Organization (WHO). Immunization dashboard Current selection Global. 2023 [acceso 12/12/2023]. Disponible en: <https://immunizationdata.who.int/>
26. Suárez-Rodríguez GL, Salazar-Loor J, Rivas-Condo J, Rodríguez-Morales AJ, Navarro JC, Ramírez-Iglesias JR. Routine immunization programs for children during the COVID-19 pandemic in Ecuador, 2020—Hidden effects, predictable consequences. *Vaccines.* 2022;10(6):857. DOI: <https://doi.org/10.3390/vaccines10060857>
27. Koelman DLH, van Kassel MN, Bijlsma MW, Brouwer MC, van de Beek D, van der Ende A. Changing epidemiology of bacterial meningitis since introduction of conjugate vaccines: 3 decades of national meningitis surveillance in the

Netherlands. Clin Infect Dis. 2021;73(5):e1099-107.
<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1774>

28. Silva LA, Coronato B, Schlackman J, Marsh JW, Ezeonwuka C, Fernandes ACL, *et al.* Neisseria meningitidis disease-associated clones in Amazonas State, Brazil. Infect Dis (Auckl). 2018;50(9):697-704. DOI: <https://doi.org/10.1080%2F23744235.2018.1459829>

29. Lima KMS, Fernandes ACL, Carvalho-Costa FA, Barroso DE. Neisseria meningitidis carriage in indigenous peoples of Amazonas State, Brazil. J Infect. 2020;80(6):671-93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.01.022>

30. Pinilla-Monsalve GD, Llanos-Leyton N, González MC, Manrique-Hernández EF, Rey-Serrano JJ, Quiñones-Bautista JA. Socioepidemiological macro-determinants associated with the cumulative incidence of bacterial meningitis: A focus on the African Meningitis Belt. Front Neurol. 2023;14:1088182. DOI: <https://doi.org/10.3389%2Ffneur.2023.1088182>

31. Suárez E. Índice de Desarrollo Humano: una mirada desde Ecuador. Revista Puce. 2019;(108):57-80 DOI: <https://doi.org/10.26807/revpuce.v0i108.214>

32. Acevedo-Mendoza WF, Buitrago Gómez DP, Atehortua-Otero MÁ, Páez MÁ, Jiménez-Rincón M, Lagos-Grisales GJ, *et al.* Influence of socio-economic inequality measured by the Gini coefficient on meningitis incidence caused by Mycobacterium tuberculosis and Haemophilus influenzae in Colombia, 2008-2011. Le Infez Med. 2017;25(1):8-12. PMID: 28353449. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28353449/>

33. Farmer P. Social inequalities and emerging infectious diseases. Underst Appl Med Anthropol. 2016;118-26. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid0204.960402>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Andrés Fernando Vinueza Veloz, Belkys Galindo Santana.

Curación de datos: Tannia Valeria Carpio Arias, María Fernanda Vinueza Veloz, Pamela Vinueza Veloz.

Análisis formal: Andrés Fernando Vinueza Veloz, Marlon Fabricio Calispa Aguilar, Tannia Valeria Carpio Arias, María Fernanda Vinueza Veloz, Felipe Alexander Andrade Condor.

Supervisión: Belkys Galindo Santana.

Recursos: Pamela Vinueza Veloz.

Investigación: Andrés Fernando Vinueza Veloz, Marlon Fabricio Calispa Aguilar, Tannia Valeria Carpio Arias, María Fernanda Vinueza Veloz, Felipe Alexander Andrade Condor.

Metodología: Andrés Fernando Vinueza Veloz, Marlon Fabricio Calispa Aguilar, Tannia Valeria Carpio Arias, María Fernanda Vinueza Veloz, Felipe Alexander Andrade Condor.

Visualización: Andrés Fernando Vinueza Veloz, Marlon Fabricio Calispa Aguilar.

Redacción – borrador original: Felipe Alexander Andrade Condor, Belkys Galindo Santana.

Redacción – revisión y edición: Belkys Galindo Santana.