

Artículo Científico

El Fenómeno del Niño y la prevalencia de enfermedades infecciosas: revisión

ENSO and the prevalence of infectious diseases: review

Patricia Molleda

*Universidad Tecnológica Ecotec. Facultad de Ciencias de la Salud y Desarrollo Humano. Km.13.5 Samborondón, Samborondón, EC092302, Ecuador. Guayaquil., Ecuador
pmolleda@ecotec.edu.ec*

Glenda Velásquez Serra

*Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médica. Catedra Patologías Infecciosas. Guayaquil. Guayas. Ecuador., Ecuador
glenda.velasquez@ug.edu.ec*

La Granja. Revista de Ciencias de la Vida
vol. 40 núm. 2 9 36 2024

Universidad Politécnica Salesiana
Ecuador

Recepción: 01 Marzo 2024
Aprobación: 25 Julio 2024
Publicación: 01 Septiembre 2024

Resumen: Los cambios climáticos causados por el Niño oscilación sur (ENOS) influyen significativamente en las enfermedades humanas, debido a que está relacionado con anomalías en las precipitaciones o períodos de sequía. El presente trabajo estableció como objetivos específicos: evaluar las anomalías del promedio de la temperatura de la superficie del mar, calcular el promedio de la temperatura de la superficie del mar de las regiones del Niño y Niño 1+2, contextualizar las patologías infecciosas según su clasificación: virales, bacterianas, parasitarias y causadas por hongos en las áreas geográficas o países de la Región donde han sido más estudiadas en el contexto histórico (1982-1983; 1997-1998 y 2016-2017) períodos de ENOS considerados fuertes. Se realizó una revisión bibliográfica, descriptiva, documental, retrospectiva y de corte transversal durante los meses de octubre 2023 a marzo de 2024. Las temperaturas de la Superficie del Mar (TSM) son superiores al promedio observándose por todo el Océano Pacífico ecuatorial, siendo mayores las anomalías en el Pacífico central y centro-este. Para ENOS 2023-2024, en la región Niño 4 los últimos valores calculados del índice Niño se mantuvieron a una temperatura de +1,4 °C, en la región Niño 3,4 fue de +1,9, en la región Niño -3 fue de +2,0 °C mientras que en la región Niño -1+2 se debilitó a +1,0 °C. Destaca la mayor prevalencia de infección de ENOS (1997-1998) en Ecuador, contabilizando un incremento en 13 patologías infecciosas. Se debe prestar atención y comprender mejor los vínculos que existen entre el medio ambiente y los riesgos de infección.

Palabras clave: ENSO, temperatura, clima, cambios, patologías infecciosas.

Abstract: Climate changes caused by the El Niño oscillation southern (ENSO) significantly influence human diseases, because they are related to anomalies in precipitation or periods of drought. The aims of this paper are: to evaluate the anomalies of the average sea surface temperature, to calculate the average sea surface temperature of the Niño and Niño 1+2 regions, to contextualize infectious pathologies according to their classification: viral, bacterial, parasitic and caused by fungi in the geographical areas or countries of the Region where they have been studied in the historical context (1982-1983; 1997-1998 and 2016-2017) periods of the ENSO considered strong. A bibliographic, descriptive, documentary, retrospective and cross-sectional review was carried out during the months of October 2023 to March 2024. Sea Surface Temperatures (SST) are higher than

average, observed throughout the equatorial Pacific Ocean, with anomalies being greater in the central and central-eastern Pacific. For ENSO 2023-2024, in the Niño 4 region the last calculated values of the Niño index remained at a temperature of +1.4 °C, in the Niño 3,4 region it was +1.9, in the Niño -3 region it was +2.0 °C while in the Niño-1+2 regions it weakened to +1.0 °C. The highest incidence and prevalence of ENSO infection (1997-1998) in Ecuador stands out, accounting for an increase in 13 infectious pathologies. Attention must be paid and the links between the environment and the risk of infection must be better understood.

Keywords: ENSO, temperature, climate, changes, infectious pathologies.

Forma sugerida de citar:

Molleda, P. y Velásquez Serra, G. (2024). El Fenómeno del Niño y la prevalencia de enfermedades infecciosas: revisión. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 40(2):9-36. <https://doi.org/10.17163/lgr.n40.2024.01>.

1 Introducción

El Niño/Oscilación del sur (ENSO) es un fenómeno climático que modula la variabilidad del clima a nivel global y nacional a escala de tiempo interanual (NOAA, 2024). Causa el calentamiento anormal de las aguas del Océano Pacífico cerca de las costas de Perú y Ecuador, provocando impacto sobre el Océano Índico, Sur de África Ecuatorial norte, Suramérica y marginalmente Europa (Huarcaya Castilla et al., 2004; Rúa-Uribe et al., 2013). El ENSO también se refiere a las alteraciones de la circulación normal del océano y de la atmósfera (Huarcaya Castilla et al., 2004; Rúa-Uribe et al., 2013; NOAA, 2024). Ocurre a intervalos de tiempo entre 2 a 7 años, influyendo en el componente oceánico asociado a cambios en la Temperatura Superficial del Mar (TSM), en el Océano Pacífico Tropical y afectando también el componente atmosférico (Kovats, 2000; NOAA, 2024; Latif et al., 2015). Se encuentra igualmente relacionado con las variaciones de la presión atmosférica que se presenta entre el occidente y el oriente del Océano Pacífico Tropical, perturbando el clima global a través de teleconexiones atmosféricas (Huarcaya Castilla et al., 2004; Rúa-Uribe et al., 2013; NOAA, 2024; Carlowicz and Schollaert, 2017; Kovats, 2000; Li et al., 2021).

Los eventos Niño/Niña son partes del ciclo climático a nivel global, donde el Niño se produce por el calentamiento del agua del Pacífico ecuatorial, mientras que la Niña ocurre en la fase de enfriamiento. Durante el Niño, las costas occidentales y el extremo sur de América del Sur experimentan lluvias intensas lo que provoca niveles de agua más altos, mientras al norte del subcontinente y gran parte de Centroamérica y el Caribe experimentan falta de precipitaciones con alta probabilidad de que ocurran sequías y un alto riesgo de incendios forestales. En la fase de la Niña se registra el comportamiento inverso (Marinho et al., 2022; Fleck, 2022; Huarcaya Castilla et al., 2004; Fuller et al., 2009; Moraes et al., 2019; Kovats, 2000; Fan et al., 2017).

Por el gran tamaño de la cuenca del océano Pacífico, que se extiende sobre un tercio del planeta, los cambios experimentados por la temperatura, el viento y la humedad se transmiten por el mundo. Por lo cual se evidencia que el ENSO es un fenómeno de la interacción océano-atmósfera relacionado con la variabilidad climática (Del Carpio, 2023). Las variaciones de las condiciones del

océano provocan cambios en los patrones climáticos y la pesquería a lo largo de las costas occidentales de América (NOAA, 2024). Es importante acotar que los impactos del ENSO en Sudamérica producen un patrón de inundaciones a lo largo de la costa oeste de Ecuador, Perú y Colombia y sequías en la Amazonia y noreste del continente. Además, las zonas secas de países como Perú, Chile, México y el suroeste de Estados Unidos con frecuencia se observan inundados por lluvias y nieve y en los desiertos áridos se observan flores. También, las regiones más húmedas de la amazonia brasileña y el noreste de Estados Unidos a menudo sufren sequías que duran muchos meses (Carlowicz and Schollaert, 2017; Huarcaya Castilla et al., 2004; NOAA, 2024; Cai et al., 2020; Del Carpio, 2023; Lam et al., 2019; Da Silva et al., 2020; Yglesias-González et al., 2023).

Los cambios climáticos provocados por ENSO influyen significativamente en las enfermedades humanas, debido a que está relacionado con anomalías en las precipitaciones en muchas ciudades del mundo durante el periodo Niño/Niña se observan abundantes precipitaciones o periodos de sequía, por lo cual todas estas inundaciones de las zonas afectadas provocan el aumento de las infecciones con alto riesgo epidémico tales como: las enfermedades metaxénicas, dérmicas e incremento de enfermedades diarreicas e infecciones de las vías respiratorias inferiores (Arbo et al., 2022; Flahault et al., 2016).

Todo lo anteriormente expuesto tiende a aumentar el riesgo de infecciones unido también a la mala práctica de almacenamiento de agua, falta de acceso a buena calidad de agua, carencia de instalaciones sanitarias, obligando a las personas a recurrir a la defecación a cielo abierto, suministro y agua no apta para el consumo humano todo asociado a la falta de gestión de residuos sólidos, provocando la acumulación de basuras y trayendo como consecuencia un elevado incremento de plagas y vectores (Loayza-Alarico and De La Cruz-Vargas, 2021; Anderson, 2010; Lam et al., 2019; Da Silva et al., 2020; Kovats, 2000; Molleda and Velásquez, 2022; Arbo et al., 2022; Woyessa et al., 2023).

Al respecto, la malaria es una de las enfermedades más estudiadas. En un estudio realizado en Piura-Perú entre 1996 y 1997 se determinó que la mayor incidencia de casos ocurría en el mes de mayo, tras las precipitaciones de abril (Huarcaya Castilla et al., 2004; Cai et al., 2020). La investigación reveló que incidía en el incremento de criaderos y el desarrollo del vector y la transmisión era favorecido por la temperatura ambiental incluso en altitudes inusuales. Esta observación fue corroborada en el oeste de Kenia, indicando que pueden ocurrir brotes de malaria a altitudes superiores a los 2000 msnm si la temperatura es superior a 18 °C y las precipitaciones exceden los 15 mm3/mes (Huarcaya Castilla et al., 2004). Tales cambios climáticos influyen en las condiciones de vida, longevidad y

dinámica de los Anopheles adultos, repercutiendo de esta manera en la transmisión de esta enfermedad (Huarcaya Castilla et al., 2004).

Asimismo, un equipo de investigadores descubrió que existe una relación sólida entre las condiciones meteorológicas que provoca el ENSO en el Pacífico y las epidemias de dengue que ocurren en Sri Lanka. Los resultados revelaron que el riesgo de dengue fue elevado a precipitaciones superiores a los 50 mm por semana. La relación más sólida entre la precipitación y el dengue fue entre seis y diez semanas luego de producirse precipitaciones superiores a 300 mm semanales, con situación de extrema humedad y alta probabilidad de inundaciones. De igual forma, indican que el aumento de la temperatura hasta 30 °C o más provoca un aumento constante en el riesgo de dengue con un retardo de a partir de cuatro semanas tras producirse este evento (Liyanage et al., 2016; Fuller et al., 2009).

El ENSO y su variabilidad climática global ejerce influencia sobre los componentes sociales y económicos, pero la forma en que estos cambios afectan la salud humana está poco estudiada (Anttila-Hughes et al., 2021). Por la repercusión de las zonas afectadas, en la época del ENSO en las zonas geográficas costeras cerca del océano pacífico donde este evento suele producir además de anomalías en la temperatura y en la precipitación también suelen ocurrir deslizamientos, inundaciones, incendios forestales, sequías entre otros desastres naturales, que producen afectación de la salud en las comunidades. Por lo que se debe conocer e identificar la prevalencia de enfermedades provocadas durante estos fenómenos meteorológicos extremos para realizar planes de prevención que eviten la proliferación de epidemias o de vectores transmisores de patologías infecciosas, virales, bacterianas, parasitarias o causadas por hongos.

Esta revisión bibliográfica se llevó a cabo con la finalidad de evaluar las anomalías del promedio de la temperatura de la superficie del mar, calcular el promedio de la temperatura de la superficie del mar de las regiones del Niño, analizar el aumento de la temperatura del ENSO en la Región Niño 1+2 (Región del Pacífico que afecta Ecuador) según los datos aportados por el centro National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), también bibliográficamente se analizará la temperatura del aire y la precipitación mensual para contextualizar y clasificar las patologías infecciosas en: virales (Dengue, Zika, Chikungunya, Fiebre del Valle del Rift, Influenza, Enterovirus), bacterianas (Leptospirosis, Shigelosis, Colera, Salmonelosis, Peste) parasitarias (Cryptosporidiosis, Esquistosomiasis, Leishmaniasis) y causadas por hongos (Micosis, Coccidiomicosis, Pitiriasis) que han incidido en la población de los países o áreas geográficas de las regiones donde han sido más estudiadas estas infecciones durante el fenómeno del Niño ocurridos a lo largo de los años 1982-1983; 1997-1998 y 2016-2017 períodos de ENSO considerados fuertes.

2 Materiales y Métodos

Se realizó una investigación bibliográfica, descriptiva, documental, retrospectiva y de corte transversal durante los meses de octubre 2023 a marzo de 2024. El estudio fue estructurado mediante búsqueda bibliográfica en la base de datos Pubmed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>). También, se consideraron los artículos publicados por la OMS (<https://www.paho.org/es>, <https://www.cdc.gov/>, centro National Oceanic and Atmospheric Administration <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/weather-atmosphere/el-nino>).

En la barra del motor de búsqueda se utilizaron las siguientes ecuaciones como filtros para la derivación de artículos encontrándose dentro de los descriptores DeCS/MeSH: “Enfermedades infecciosas”, “Enfermedades Transmitidas por vectores”, “Dengue”, “Zika”, “Chikungunya”, “Fiebre del valle del Rift”, “Enfermedades respiratorias”, “Diarreas”, “Colera”, “Salmonelosis”, “Shigelosis”, “Peste”, “Hantavirus”, “Cryptosporidiosis”, “Leishmaniasis”, “Micosis”, “Coccidiomycosis”, “Pitiriasis” para la clasificación de enfermedades virales, bacterianas, parasitarias y transmitidas por hongos. Para asociar las enfermedades infecciosas con los factores climáticos se buscaron los siguientes términos: “ENSO”, “ENSO y enfermedades”, todos combinados con los operadores booleanos AND, OR, NOT y NOR. En la Figura 1 se observa el algoritmo utilizado para la selección de artículos y la estrategia de búsqueda y selección para la ejecución de la revisión bibliográfica.

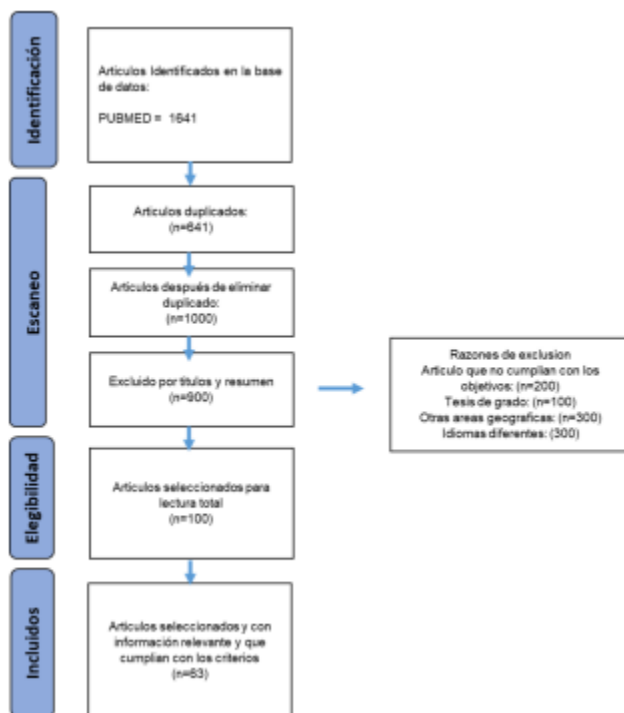


Figura 1.

Algoritmo utilizado para la selección de los artículos. Estrategia de búsqueda y selección de los artículos científicos para la ejecución de la revisión bibliográfica.

Se consideraron los criterios de inclusión: artículos publicados desde 2000 hasta 2023 sobre las enfermedades infecciosas y su relación con las variaciones climáticas del ENSO de los años 1982/1983/1997-1998/2016-2017, períodos considerados fuertes. También, se incluyeron artículos originales revisados por pares en revistas indexadas, estudios comparativos, evaluación y metaanálisis en idioma inglés, español y portugués, que informaran la asociación cuantitativa con datos epidemiológicos entre las enfermedades virales, bacterianas, parasitarias y producidas por hongos de la población y el ENSO. Fueron excluidos de la investigación las guías, cartas al editor, editoriales, tesis, disertaciones. Los artículos en idiomas diferentes al español, inglés o portugués y los artículos no publicados entre 2000 y 2023.

2.1 Recolección de la información

La búsqueda bibliográfica fue verificada dos veces hasta obtener resultados consistentes. Para las enfermedades virales transmitidas por vector como dengue se encontraron 429 artículos, para Zika 139 artículos, para Chikungunya 182 artículos, para las Fiebre del Valle del Rift 156 artículos, para Leptospirosis 91 artículos, para Influenza 235 artículos, para Enterovirus 19 artículos, para Salmonelosis 69 artículos, Peste 33 artículos, Shigelosis 3 artículos, para

Criptosporidiosis 38 artículos, para Leishmaniasis 111 artículos, Micosis 2 artículos, Coccidiomicosis 3 artículos.

Estos artículos fueron evaluados para aplicar los criterios de exclusión e inclusión, posteriormente fueron organizados en una hoja Excel según la enfermedad infecciosa, el año del ENSO, el área o zona geográfica para seleccionar los que más se adaptaban a los objetivos del estudio.

Posteriormente, la selección de los artículos se realizó según el área o zona geográfica afectada por el ENSO, año en el cual se registraron los datos (1982-1983/1997-1998/2016-2017) y según la enfermedad infecciosa presentada (virales, bacterianas, parasitarias y producidas por hongos).

3 Resultados y Discusión

En la Figura 2 se observa que las temperaturas de la Superficie del Mar (TSM) son superiores al promedio observado por todo el Océano Pacífico ecuatorial, siendo mayores las anomalías en el Pacífico central y centro-este. Según la administración nacional oceánica y atmosférica NOAA, centro para la predicción del clima de la NOAA y el servicio meteorológico nacional de Estados Unidos se espera que los meses de abril-junio del año 2024 sean considerado neutros con una probabilidad del 73 % el ENSO 2023-2024. En diciembre del 2023 disminuyeron las anomalías positivas de la temperatura subsuperficial del mar del Océano Pacífico, esto refleja que se producirá un fortalecimiento y se expandirá la temperatura subsuperficial hacia el este del océano, las cuales serán inferiores al promedio en el Pacífico Occidental (NOAA, 2024). Por lo cual el ENSO en algunas de las Regiones del Niño podría no causar tantos daños como los eventos del Niño considerados fuertes.

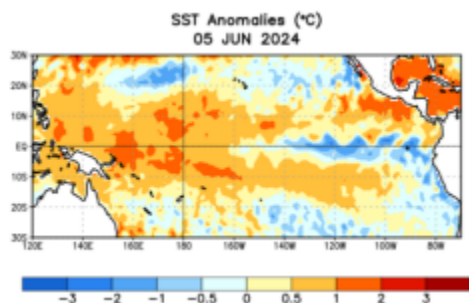


Figura 2.

Anomalías del promedio de la temperatura de la superficie del mar (SST) °C para la semana del 3 de enero de 2024. Las anomalías se calculan con respecto a las medias semanales del periodo base 1991-2000. Fuente: NOAA 2024.

Debido a la extensión del Océano Pacífico para efecto del ENSO este ha sido dividido en regiones Niño o áreas. Según las regiones del ENSO en el Océano Pacífico (Figura 3) para el evento del Niño 2023-2024, en la región Niño 4 los últimos valores calculados del índice Niño se mantuvieron a una temperatura de +1,4°C, en la

región Niño 3.4 la temperatura fue de $+1.9$, en la región Niño 3 la temperatura fue de $+2,0$ °C mientras que en la región Niño 1+2 se debilitó a $+1,0$ °C (NOAA, 2024). En la Región Niño 4 y Niño 3.4 se observó aumento de la temperatura (TSM) a partir del mes de abril aumentando progresivamente desde el mes de junio siendo mayor durante el mes de diciembre.

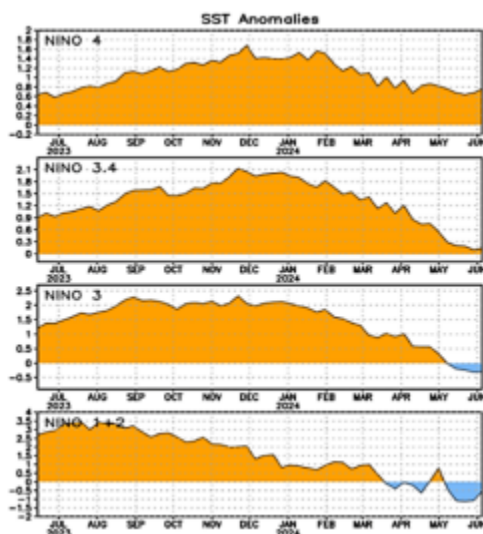


Figura 3.

Series de tiempo del promedio de las anomalías de la temperatura de la superficie del mar, anomalías en °C de las regiones del Niño (Niño-1+2) (0° S, 90° W- 80° W), Niño-3 (5° S, 150° W- 90° W), Niño-3.4 (5° N- 5° S, 170° W- 120° W), Niño-4 (5° N- 5° S, 150° W- 160° E). Las anomalías se calculan con respecto a las medias semanales del período base 1991-2000. Fuente: NOAA 2024.

La región Niño 3 mostró aumento de la temperatura a partir del mes de marzo siendo superior la temperatura (TSM) durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2023. Para la región Niño 1+2 Región que afecta países como Ecuador y Perú se observa aumento de temperatura desde febrero manteniéndose elevado hasta junio que baja para volver a aumentar la temperatura del mar durante los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y en diciembre comienza a descender dicha temperatura.

La Figura 4 muestra la evolución del ENSO desde 1957-58; 1965-66; 1982-1983; 1991-1992; 1997-1998; 2009-2010; 2015-2016 hasta el mes de noviembre del 2023 con respecto a la temperatura (los años en rojo han sido considerados niños fuerte). En esta gráfica se evidencia cómo el ENSO ocurrido durante el período 1982-83 elevó la temperatura a 4 °C durante los meses de julio a enero y durante el evento del Niño de 1997-1998, alcanzando también temperaturas de 4 °C durante los meses de marzo a septiembre (NOAA, 2024). La región Niño 1+2 es la zona del Océano Pacífico que se toma en cuenta para observar las variaciones climáticas provocadas por el ENSO en los países de Perú y Ecuador. Esta gráfica muestra las anomalías de la temperatura sobre la

superficie del mar (TSM) en la región Niño 1 y Niño 2 con las coordenadas 0-10° Sur 90° Oeste 80° Oeste. Los valores fueron calculados a partir del ERSST V5 mensual por NOAA/CPC (NOAA, 2024).

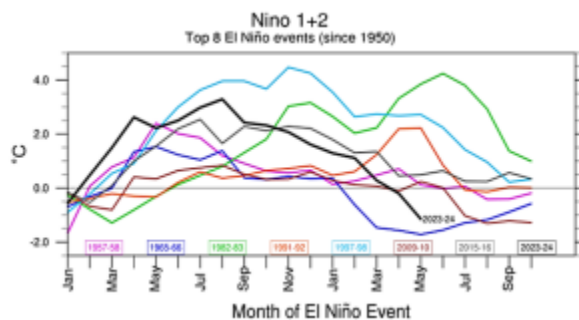


Figura 4.

Relación de la temperatura sobre el nivel del mar (TSM) desde el fenómeno del Niño de 1950 hasta el fenómeno del Niño 2023. Fuente: NOAA 2024.

Los fenómenos del Niño de los años 1982-1983 y 1997-1998 han sido considerados los mayores del siglo 20 debido a que han causado las peores catástrofes especialmente en América del Sur, lo cual obligó a los gobiernos e investigadores a realizar más estudios para poder comprender la naturaleza y de esta forma predecir el ENSO para lograr reducir el impacto de los desastres climáticos provocados por este evento (Kovats, 2000). La línea negra representa el ENSO 2023-2024 cuya temperatura (TSM) comienza a disminuir a partir del mes de enero del 2024, por esta razón el Fenómeno del Niño de este período es considerado neutro o moderado porque las temperaturas no han superado los 2,5 °C (NOAA, 2024).

En la Tabla 1 se observa la prevalencia de enfermedades infecciosas ocurridas durante los Fenómenos del Niño más fuerte ocurrido en el siglo 20 (años 1982-1983/ 1994-1995 /1997-1998) reportados para los países de Sudamérica como: Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela y Colombia. Se destaca la mayor incidencia y prevalencia de ENSO (1997-1998) en Ecuador, contabilizando un incremento en 13 patologías infecciosas. En segundo orden Brasil que exhibe incremento de las Encefalitis (Rio, Virus del Oeste del Nilo y Rocío) Niño (1994-1995). En tercer lugar, en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela ascendieron considerablemente los casos de malaria (1982-1983). Al igual que los casos de Dengue en Ecuador, Perú y Brasil en 2016-2017 aumentaron ampliamente.

En la Tabla 2, de un total de 1641 artículos encontrados en la base de datos consultada se seleccionaron 63 artículos que cumplieran con los objetivos planteados en la revisión y los criterios de inclusión/exclusión. Dichos artículos se encuentran clasificados según la enfermedad en virales, bacterianos, parasitarios y transmitidos por hongos. De los 1641 artículos para el Dengue se encontraron un total 429, de los cuales 10 fueron seleccionados debido a que cumplieran con

los objetivos del estudio. Para Zika de 139 artículos encontrados en la base de datos se seleccionaron 6, para Fiebre del Valle del Rift de 156 se seleccionaron 3 artículos, para Enterovirus de 19 se seleccionaron 3 artículos, Gastroenteritis infecciosa de 42 se seleccionó 1 artículo, para Influenza de 235 se seleccionaron 6 artículos.

En las enfermedades bacterianas como Leptospirosis de 91 artículos encontrados en las bases de datos se seleccionaron 7 artículos, para Colera de 273 se seleccionaron 4, para Shigelosis de 3 se seleccionaron 2 y para Peste de 33 se seleccionaron 2. En relación con la búsqueda bibliográfica realizada sobre las enfermedades parasitarias, para Leishmaniasis de 111 artículos se seleccionaron 2, para *Cryptosporidium* de 38 se seleccionaron 2 artículos, para *Ciclospora* de 6 se seleccionó 1 artículo. En cuanto a las enfermedades transmitidas por hongos en la base de datos para Micosis de 2 artículos se seleccionó 1 y para *Coccidiomycosis* de 3 artículos se seleccionaron 2. Además, fueron seleccionados 5 artículos cuya temática tratan sobre las enfermedades infecciosas en general y la influencia del ENSO que se consideraron interesantes ya que cumplían con los objetivos del estudio.

Enfermedad	País o región	Año del Fenómeno del Niño	Referencia
Malaria	Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela y Colombia	1982-1983	Kovats (2000)
Paludismo	Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia	1982-1983	Huarcaya et al. (2004)
Encefalitis del oeste del Nilo Fiebre del Río Ross Encefalitis del Rocío	Brasil	1994-1995	Huarcaya et al. (2004)
Colera Conjuntivitis Diarrea			
Enfermedades de transmisión sexual Fiebre amarilla Chagas Hepatitis Leishmaniasis Leptospirosis Malaria Paludismo Peste Varicela	Ecuador	1997-1998	OPS (2000)
Dengue	Perú Ecuador Brasil	1997-1998 2010-2011 2015-2016	Huarcaya et al. (2004) Stewart et al. (2013); Lipi et al. (2018) Anyamba (2019)

Tabla 1.

Enfermedades infecciosas asociadas al fenómeno del Niño en Latinoamérica Años 2000-2019.

Fisman et al. (2016) realizaron un estudio relacionado con el ENSO y las enfermedades infecciosas en Estados Unidos, y señalaron grupos de enfermedades que pueden provocar los cambios epidemiológicos debido al cambio climático: enfermedades transmitidas por vectores, enfermedades virales causantes de patologías como neumonía e influenza, enfermedades entéricas, enfermedades bacterianas, zoonóticas, parasitarias y enfermedades fúngicas. Atendiendo a las evaluaciones efectuadas en el histórico del ENSO de diversos eventos ocurridos, no se evidencia presencia de enfermedades micóticas, por lo que correspondería evaluar los registros de morbilidad diaria en centros de salud y hospitales con el fin de evidenciar la ocurrencia o no de cuando estos se presentaron. Debido a la periodicidad irregular del ENSO con fuertes patrones de

variabilidad de temperatura y precipitación sobre el riesgo de enfermedades infecciosas, algunos estudios demostraron que este fenómeno provoca un fuerte impacto sobre las enfermedades transmitidas por vectores en la región Occidental de Estados Unidos, sin mostrar morbilidad en otras regiones.

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
<i>Enfermedades virales</i>						
1	Spatiotemporal clustering, climate periodicity, and social-ecological risk factors for dengue during an outbreak in Machala, Ecuador, in 2010	Stewart-Ibarra et al. (2014)	Dengue	2009-2010	Precipitaciones, temperaturas muy altas asociadas con los brotes de dengue	La presencia del mosquito <i>Ae. aegypti</i> se encuentra relacionada con las variables temperatura y precipitaciones abundantes. En el 2010 durante el pico de la temporada de Dengue (febrero-marzo), donde las lluvias fueron casi el doble de lo normal, esto aumentó la disponibilidad de hábitat de las larvas del mosquito. Las fluctuaciones en la precipitación y temperatura influyen en la tasa de oviposición del mosquito y en la replicación del virus.
2	El Fenómeno ENSO y el dengue, Regiones Pacífico Central y Huestar Atlántico, Costa Rica, 1990 a 2011	Ramirez-Solano et al. (2017)	Dengue	1990-2011	El Niño (fase cálida), aumentó las incidencias de dengue en el Pacífico y disminuyó en el Caribe. La Niña (fase fría), aumentó la incidencia de dengue en el Caribe y disminuyó en el Pacífico.	El fenómeno del Niño oscilación sur (ENSO) afecta aumentando o disminuyendo los casos de dengue. En Costa Rica durante la temporada cálida la incidencia acumulada de dengue aumentó en la zona del Océano Pacífico y disminuyó en la zona del mar Caribe. La Niña provoca el efecto contrario.
3	Effects of local and regional climatic fluctuations on dengue outbreaks in southern Taiwan	Chuang et al. (2017)	Dengue	1998-2015	Temperatura, precipitación y humedad alta aumentaron la transmisión del dengue	La transmisión del dengue puede verse afectada por factores climáticos regionales y locales.
4	Climate change and dengue fever transmission in China: Evidences and challenges	Li et al. (2016)	Dengue	2018	Las condiciones climáticas extremas del Niño afectan la supervivencia, replicación y desarrollo del virus del dengue y los mosquitos vectores	Los factores climáticos temperatura, precipitación, humedad, velocidad del viento y presión atmosférica pueden afectar la propagación del dengue debido a que todos estos factores impactan sobre la supervivencia del virus, del mosquito vector y modifica el entorno de transmisión del dengue
5	Influencia del evento climático El Niño sobre la dinámica de transmisión de dengue en Medellín, Antioquia, Colombia	Rúa-Urbe et al. (2013)	Dengue	2002-2010	La variabilidad climática del Niño influye en la incidencia de la enfermedad, afectando la dinámica de la población de vectores y el período de incubación extrínseco del virus	Se ha demostrado que a pesar de que la dinámica de transmisión del dengue es un evento multicausal, se logró evidenciar el impacto potencial de las variables macro-climáticas como el aumento de la temperatura sobre el nivel del mar causada por el fenómeno del Niño sobre la incidencia de dengue en Medellín, Colombia.
6	Spatial Hierarchical Analysis of the Temporal Influences of the El Niño-Southern Oscillation and Weather on Dengue in Kalutara District, Sri Lanka.	Liyunage et al. (2016)	Dengue	2009-2013	El aumento de la temperatura influyó en los casos de dengue	El estudio demostró una fuerte asociación entre el clima, El Niño-Oscilación del Sur y el dengue en Sri Lanka.

Tabla 2.

Artículos encontrados en bases de datos, clasificados según tipo de enfermedad infecciosa: virales, bacterianas, parasitarias, transmitidas por hongos. Especificado por patología infecciosa, título del artículo, autor, año del fenómeno niño oscilación del sur (ENSO) en que se realizó el estudio, causas y efectos asociados y las conclusiones.

Nº	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
7	ENSO-driven climate variability promotes periodic major outbreaks of dengue in Venezuela	?	Dengue	1995-2016	Las temperaturas altas y precipitaciones bajas aumentaron los casos de dengue	Los hallazgos del estudio proporcionan evidencia significativa del efecto relevante del clima en las dinámicas del dengue. Los factores climáticos locales y regionales aquí estudiados deben incluirse en un sistema de alerta temprana de dengue y otros <i>Ae. aegypti</i> en Venezuela.
8	Impacts of El Niño Southern Oscillation on the dengue transmission dynamics in the Metropolitan Region of Recife, Brazil	Das Santos Ferreira et al. (2022)	Dengue	2005-2017	Las anomalías en la temperatura y reducción de las precipitaciones favorecieron el ciclo de vida del mosquito	La epidemia del dengue coincidió en la región de Recife con el Fenómeno del Niño oscilación Sur (ENSO), se propagó regionalmente y estuvo muy sincronizado
9	The effect of weather and climate on dengue outbreak risk in Peru, 2000-2018: A timeseries analysis	Dostal et al. (2022)	Dengue	2000-2018	Impacto positivo entre el aumento de temperatura y los brotes de dengue en Perú	Los resultados obtenidos proveen evidencia sólida de que la temperatura y el Niño oscilación sur (ENSO) provocan efectos significativos sobre el dengue
10	Seasonal patterns of dengue fever in rural Ecuador 2009-2016	Sippy et al. (2019)	Dengue	2009-2016	Las altas temperaturas aumentan el número de casos de dengue. La precipitación y las inundaciones hacen que los huevos de mosquitos eclosionen y los períodos de sequía también favorecen los sitios de reproducción	Este es el primer informe sobre la estacionalidad del dengue a largo plazo en Ecuador, uno de los pocos estudios que utilizan informes diarios de enfermedades
11	Global risk model for vector-borne transmission of Zika virus reveals the role of El Niño 2015	Caminade et al. (2017)	Zika	2015-2016	Las temperaturas cálidas asociadas al fenómeno del Niño favorecieron la transmisión de Zika a través del mosquito durante todo el año 2015.	El riesgo de transmisión de Zika en América del Sur en 2015 fue el más alto desde el año 1961. Se encontró que la temperatura favorece la tasa de picadura y el período de incubación intrínseco del vector. América del Sur y los países tropicales presentan mayor nivel de transmisión donde <i>Ae. Aegypti</i> es más abundante. Existe riesgo de transmisión de Zika en Estados Unidos, China y Europa.
12	Climate Variability, Vulnerability, and Natural Disasters: A Case Study of Zika Virus in Manabí, Ecuador Following the 2016 Earthquake	Sorensen et al. (2017)	Zika	2016	Fluctuaciones en temperatura y precipitación. Densidades altas del vector durante el período de lluvia.	En Ecuador, después del Niño 2016, el desencadenante de un desastre natural durante climas anómalos y las vulnerabilidades sociales subyacentes multiplicaron la fuerza que contribuyeron a un aumento dramático en los casos de ZIKV tras el terremoto.
13	Post-earthquake Zika virus surge: Disaster and public health threat amid climatic conduciveness	Reina Ortiz et al. (2017)	Zika	2015-2016	Variaciones en temperatura, cambios en la precipitación, humedad y presión atmosférica. Cambios ecológicos provocados por el terremoto del 2016 en Ecuador	Este estudio proporciona información para ayudar a prevenir la carga de salud pública en las áreas densamente pobladas de América del Norte, Europa y Australia, donde el aumento de la temperatura puede estar dentro del rango propicio de los mosquitos vectores de esta enfermedad.

Nº	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
14	An Ecological Assessment of the Pandemic Threat of Zika Virus.	Carlson et al. (2016)	Zika	2015-2016	Las precipitaciones y las fluctuaciones diurnas de temperaturas pueden limitar la transmisión de Zika.	La comparación entre el hábitat de Zika con la conocida distribución del dengue sugiere que Zika está más limitado por la estacionalidad de las precipitaciones y las variaciones de temperatura, lo que podría limitar la transmisión autóctona no sexual de este virus.
15	Analyzing climate variations at multiple timescales can guide Zika virus response measures	Muñoz et al. (2016)	Zika	2015-2016	Las sequías severas y temperaturas muy altas favorecen los casos de Zika.	Las altas temperaturas ayudaron a establecer el escenario climático para la transmisión del virus Zika.
16	Environmental Changes and the Impact on the Human Infections by Dengue, Chikungunya and Zika Viruses in Northern Brazil, 2010-2019	Marinho et al. (2022)	Dengue Chikungunya zika	2010-2019	Las altas temperaturas se correlacionaron con los casos de Zika en Brasil entre 2014 y 2016. El aumento de precipitación y temperatura provocado por la Niña entre 2015 y 2016 incrementó las infecciones de Chikungunya.	En este estudio se determinó que la deforestación y el cambio climático influyeron fuertemente sobre las infecciones causadas por los virus causantes del Dengue, Chikungunya y Zika.
17	Prediction of a Rift Valley fever outbreak	Anyamba et al. (2009)	Fiebre del Valle del Rift	2006-2007	Las fuertes precipitaciones favorecen el aumento de la vegetación, creando un hábitat ideal para el mosquito vector del virus.	La convergencia de las condiciones ENSO en el Pacífico oriental y el calentamiento simultáneo de la temperatura sobre el nivel del mar en la región ecuatorial occidental del Océano Índico fue el mecanismo desencadenante del brote de la fiebre del valle del Rift. Se determinó que el ENSO en África Oriental tiene gran influencia sobre esta enfermedad.
18	Climate Conditions During a Rift Valley Fever Post-epizootic Period in Free State, South Africa, 2014-2019.	Anyamba et al. (2022)	Fiebre del valle del Rift	2014-2019	Períodos de lluvia elevados, condiciones más frías de lo normal y abundante vegetación	Los factores climáticos influenciados por el Fenómeno del Niño, las lluvias, la humedad, la detección de los vectores, la vigilancia en zonas de alto riesgo y la campaña de vacunación deberían ser métodos de prevención de esta enfermedad.
19	NDVI anomaly patterns over Africa during the 1997/98 ENSO warm event	Anyamba et al. (2001)	Fiebre del valle del Rift	1997-1998	Las extensas inundaciones crean las condiciones para la proliferación de esta enfermedad.	El fenómeno del Niño registrado entre 1997-1998 fue el más fuerte registrado en el siglo 20, provocando inundaciones y creando condiciones que favorecieron algunas enfermedades que afectaron al ganado y a los humanos en África oriental. Las herramientas de predicción podrían alertar tempranamente a estas regiones para evitar la transmisión de enfermedades infecciosas.
20	Investigation of the Correlation between Enterovirus Infection and the Climate Factor Complex Including the Ping-Year Factor and El Niño-Southern Oscillation in Taiwan	Yu et al. (2024)	Enterovirus	2007-2022	El Enterovirus se correlaciona con la temperatura, humedad, precipitación, velocidad del viento, siendo la temperatura el factor climático más importante que afecta la prevalencia de esta.	El Fenómeno del Niño impactó de forma significativa en la incidencia de infecciones por enterovirus en Taiwán.

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
21	Short-Term Effect of El Niño-Southern Oscillation on Pediatric Hand, Foot and Mouth Disease in Shenzhen, China	Lin et al. (2013)	Enterovirus	2008-2010	La humedad y la temperatura se asoció con el aumento de esta enfermedad.	Los factores meteorológicos podrían ser predictores importantes de la aparición de la enfermedad pediátrica de manos, pies y boca en Shenzhen.
22	Emerging and re-emerging viruses in Malaysia, 1997–2007	Tee et al. (2009)	Enterovirus	1997-1998	Las condiciones de sequía, aumentó la temperatura debido al fenómeno del Niño oscilación sur (ENSO)	Los factores antropogénicos como la irrisión o expansión agrícola confundido con la dinámica temporal y espacial tanto de los virus como de los huéspedes y su inmunidad se han relacionado con brotes de infecciones virales en Malasia, Bangladesh e India. Por lo cual para evitar la reaparición de virus o zoonosis se debe regular la deforestación y las actividades de irrigación agrícola. Se encontró evidencia cuantitativa de que los cambios ambientales provocados por los fenómenos del Niño y el fenómeno dipolo del océano indico se encuentran asociados con la prevalencia de gastroenteritis infecciosa. Se deben desarrollar sistemas de alerta temprana para las epidemias causadas por esta enfermedad.
23	Effect of non-stationary climate on infectious gastroenteritis transmission in Japan	Onozuka (2014)	Gastroenteritis infecciosa	2000-2012	Estas infecciones se asocian fuertemente con los cambios en la temperatura, la humedad y la precipitación.	La gravedad de la epidemia de influenza con la fuerza y la forma de ondas del fenómeno del Niño indican que los modelos que pronostican este fenómeno deben ser integrados al programa de vigilancia de salud enfocados en la prevención de epidemias de la influenza.
24	Seasonal Influenza Epidemics and El Niños	Otuwole (2015)	Influenza	2000-2015	La gravedad de la influenza estacional aumentó durante el Niño y disminuyó durante la Niña.	El acoplamiento de todas las pandemias de gripe de los últimos 140 años a regímenes caóticos de baja transitividad indica que la dinámica ENSO impulsa la prevalencia de infección de la pandemia de influenza.
25	Dynamic Regimes of El Niño Southern Oscillation and Influenza Pandemic Timing	Otuwole (2017)	Influenza	2009-2020	Las bajas temperatura y las precipitaciones favorecen la transmisión por aerosoles de la influenza. El virus es sensible a la temperatura.	El acoplamiento de todas las pandemias de gripe de los últimos 140 años a regímenes caóticos de baja transitividad indica que la dinámica ENSO impulsa la prevalencia de infección de la pandemia de influenza.
26	How do El Niño Southern Oscillation (ENSO) and local meteorological factors affect the incidence of seasonal influenza in New York state?	Xiao et al. (2022)	Influenza	2015-2018	Está altamente relacionada con las anomalías en la temperatura y la humedad provocadas por el Niño.	El bajo índice ENSO, la baja temperatura y humedad absoluta pueden impulsar las epidemias de influenza en Nueva York
28	Association of early annual peak influenza activity with El Niño southern oscillation in Japan. Influenza Other Respir. Viruses	Zaraket et al. (2008)	Influenza	1983-2007	Evidente relación entre la actividad máxima de los virus de la influenza y el fenómeno del Niño oscilación sur ENSO.	Existen claras complejidades al tratar de comprender las relaciones entre el cambio climático y los patrones de enfermedades como la influenza.
N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
29	Can El Niño-Southern Oscillation Increase Respiratory Infectious Diseases in China? An Empirical Study of 31 Provinces.	Tang et al. (2012)	Influenza	2007-2018	El evento del Niño 2015-2016 causó severa sequía y temperaturas extremas, favoreciendo al virus de la influenza en China.	Mejorar el sistema de alerta climática temprana sobre las enfermedades infecciosas respiratorias en China para controlar la propagación de estas.
Enfermedades bacterianas						
30	La correlación entre tres teleconexiones y la incidencia de leptospirosis en el distrito de Kandy, Sri Lanka, 2004-2019	Ehekepola et al. (2021)	Leptospirosis	2004-2019	El periodo de La Niña y las altas precipitaciones se relacionaron con la prevalencia de leptospirosis.	La vigilancia de eventos extremos de teleconexión como el Niño y la Niña y las mejoras en las medidas de prevención de inundaciones en Sri Lanka podrían mitigar los picos de leptospirosis que se puedan presentar.
31	Quantifying the relationship between climatic indicators and leptospirosis incidence in Fiji: A modelling study	Rees et al. (2023)	Leptospirosis	2006-2017	Fuertes precipitaciones condujeron a una mayor incidencia de leptospirosis.	Este estudio logró identificar que los factores climáticos influyen en el riesgo de transmisión de leptospirosis en Fiji.
32	Climatic Variability and Human Leptospirosis Cases in Cartagena, Colombia: A 10-Year Ecological Study	Cano-Pérez et al. (2022)	Leptospirosis	2008-2017	Precipitación y humedad durante el fenómeno de la Niña fue correlacionado con el aumento de casos.	El clima en Cartagena (Colombia) favorece la incidencia de leptospirosis. Se debe promover y fortalecer la prevención y control de esta enfermedad en la ciudad.
33	Changes in epidemiology of leptospirosis in 2003–2004, a two El Niño Southern Oscillation period, Guadeloupe archipelago, French West Indies	Storck et al. (2008)	Leptospirosis	1994-2001	Relación entre los eventos meteorológicos excepcionales como el fenómeno del Niño y su influencia sobre la población de roedores transmisores de leptospirosis. Existe una correlación positiva entre la precipitación y la leptospirosis.	Los cambios en la epidemiología de la leptospirosis en la isla tropical de Guadalupe se encuentran altamente relacionados con las condiciones climáticas, con alto potencial de un rápido estallido de transmisión y un posible impacto sobre los serogrupos responsables de la infección, y las características clínicas de la enfermedad en la población humana.
34	El Niño Southern Oscillation and Leptospirosis Outbreaks in New Caledonia.	Weinberger et al. (2014)	Leptospirosis	2000-2012	Existe una asociación significativa entre los casos de leptospirosis y cada uno de los índices del Niño, tales como las anomalías en las precipitaciones y la temperatura de la superficie del mar.	Se deben predecir los brotes de leptospirosis como de primordial importancia para los tomadores de decisiones en salud pública para implementar medidas de prevención, como el control de roedores, limpiezas de riberas de ríos, y sistemas de alcantarillados para evitar inundaciones.
35	The interrelationship between meteorological parameters and leptospirosis incidence in Hambantota district, Sri Lanka 2008–2017 and practical implications.	Ehekepola et al. (2021)	Leptospirosis	2008-2017	Las altas temperaturas del suelo, la tasa de evaporación, la duración de la luz, y las elevadas precipitaciones coincidieron con aumento en la prevalencia de esta enfermedad.	El clima favorable contribuyó al brote de leptospirosis de 2011. Representa el primer estudio a largo plazo que demostró que la temperatura del suelo, la tasa de evaporación y el fenómeno climático como el dipolo del océano indico más que el Niño están correlacionadas con leptospirosis en Sri Lanka.
36	Towards a leptospirosis early warning system in northeastern Argentina	Lotto Batista et al. (2023)	Leptospirosis	2009-2020	Las inundaciones relacionadas con el Fenómeno del Niño están asociadas con la leptospirosis.	Los eventos climáticos son impulsores de la incidencia de Leptospirosis en Argentina.

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
37	Extreme water-related weather events and waterborne disease	Cann et al. (2013)	Vibrio cholera	1995-2005	ENSO y los cambios extremos de temperatura favorece la prevalencia de Colera.	El aumento de la temperatura global aumentará la prevalencia de enfermedades transmitidas por el agua.
38	Cholera forecast for Dhaka, Bangladesh, with the 2015-2016 El Niño: Lessons learned	Martinez et al. (2017)	Colera	2015-2016	Las precipitaciones y las inundaciones se asocian al Colera.	Existe teleconexión entre el fenómeno del Niño oscilación sur (ENSO) y el colera en Bangladesh
39	The Impact of El Niño on Diarrheal Disease Incidence: A Systematic Review	Solomon and Bezatu (2017)	Colera (Diarrea)	2002-2016	ENSO asociado con sequía e inundación aumentan el riesgo de enfermedades diarreicas en el mundo.	Una revisión sistemática con diversos estudios que presentaron una relación significativa entre las enfermedades diarreicas y El Niño. Sin embargo, las investigaciones sobre el impacto de El Niño o el cambio climático sobre las enfermedades diarreicas son muy limitadas.
40	Cholera and Shigellosis Different Epidemiology but Similar Responses to Climate Variability	Cash et al. (2014)	Colera y Shigellosis	1985-2005	Se ha demostrado que el Niño provoca condiciones favorables para el aumento del Colera, al igual que el aumento de las precipitaciones que provoca inundaciones favorables para la proliferación del Colera y la Shigelosis.	El Colera y la Shigelosis son enfermedades diarreicas cuyos organismos causantes difieren en su ecología, vías de transmisión, dosis, entre otras características. En Bangladesh se demostró que las variaciones interanuales en los brotes de infección de ambas enfermedades se encuentran relacionadas con las inundaciones provocadas por las fuertes precipitaciones causadas por el fenómeno del Niño.
41	Effects of El Niño/La Niña on the Number of Imported Shigellosis Cases in the Republic of Korea, 2004-2017	Kim et al. (2021)	Shigelosis	2004-2017	La Shigelosis es considerada sensible al clima, y su incidencia aumenta con la aparición de sequías e inundaciones.	La incidencia de Shigelosis en viajeros provoca brotes de esta enfermedad en el sudeste asiático, por lo cual puede esperarse que los casos de Shigelosis aumenten significativamente entre los turistas internacionales que visitan Corea durante el periodo de La Niña.
42	Interannual Variability of Human Plague Occurrence in the Western United States Explained by Tropical and North Pacific Ocean Climate Variability	Ben Ari et al. (2010)	Peste (Yersinia pestis)	1950-2005	Las precipitaciones y temperaturas elevadas afectan tanto a los huéspedes como a los vectores transmisores de la peste. La nieve también es clave ya que la humedad del suelo ayuda a la supervivencia y desarrollo de las pulgas transmisoras de la plaga y el crecimiento de la vegetación favorece a los roedores.	El aumento de la temperatura provocado por el cambio climático disminuirá la humedad del suelo, lo cual podría disminuir la supervivencia y el desarrollo de la pulga transmisora de la peste, pudiéndose producir la disminución de esta enfermedad en el suroeste de los Estados Unidos, pero podría aumentar en Nuevo México.
43	A Non-Stationary Relationship between Global Climate Phenomena and Human Plague Incidence in Madagascar	Krypell et al. (2014)	Peste	1960-2008	Encontraron un vínculo entre el Niño, el fenómeno dipolo del océano indico, la temperatura, la precipitación y la incidencia de la plaga.	Este estudio demuestra la relación compleja y cambiante entre los factores climáticos y la peste en Madagascar.

Enfermedades por hongos

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
44	Effects of El Niño-Southern Oscillation on human visceral leishmaniasis in the Brazilian State of Mato Grosso do Sul	Du Silva et al. (2020)	Leishmaniasis visceral humana	2002-2015	Las variaciones en la temperatura, y la incidencia de la precipitación sobre la humedad se asocia con la incidencia de Leishmaniasis visceral en Brasil. Los vectores están influenciados por la temperatura, la humedad, la luminosidad, la altitud y la vegetación, pues son factores que influyen en la transmisión del parásito.	En este estudio se determinó que la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos, como las fases de El Niño y La Niña, pueden influir significativamente en la incidencia de Leishmaniasis Visceral. Los autores demostraron que El Niño reduce la incidencia de Leishmaniasis y La Niña se cree que la aumenta.
45	Cutaneous Leishmaniasis and Sand Fly Fluctuations Are Associated with El Niño in Panama	Chaves et al. (2014)	Leishmaniasis cutánea	2000-2010	ENSO, precipitaciones y temperatura están asociadas con esta enfermedad	Existe asociación entre ENSO y Leishmaniasis cutánea. La variabilidad de la temperatura y precipitación en Panamá se asocia con el vector que podría causar un brote epidemiológico.
46	Extreme water-related weather events and waterborne disease	Cann et al. (2013)	Cryptosporidium	1995-2010	Las condiciones meteorológicas extremas están relacionadas con el agua contaminada.	Patógeno transmitido por el agua proveniente de exposiciones ambientales después de condiciones climáticas extremas.
47	Infectious Disease Sensitivity to Climate and Other Driver-Pressure Changes: Research Effort and Gaps for Lyme Disease and Cryptosporidiosis	Ma et al. (2023)	Cryptosporidiosis	2000-2022	Sensibilidad al clima y factores ambientales, temperatura y precipitación	Mejorar la disponibilidad de datos para poder mitigar las enfermedades infecciosas asociadas a las variabilidades climáticas.
48	Effects of the 1997-1998 El Niño Episode on Community Rates of Diarrhea	Bennett et al. (2012)	Cyclospora gaytanensis	1997-1998	Las temperaturas altas y humedad baja aumentaron la prevalencia de diarreas.	Resaltaron la importancia de considerar a los patógenos, la estacionalidad, la infraestructura, el saneamiento de agua y además los efectos del cambio climático para poder predecir los eventos climáticos catastrófico como el Niño en salud pública para de esta forma lograr predecir y anticiparse para mitigar los riesgos de diarreas en comunidades vulnerables.

Enfermedades transmitidas por hongos

49	Climate drivers of hospitalizations for mycoses in Brazil	Brito-Silva et al. (2019)	Micosis	2008-2016	El clima modula las hospitalizaciones por micosis con temperaturas mínimas como variable climática.	Se observó la influencia de la oscilación climática del Pacífico, específicamente las bajas temperaturas de la Niña en la prevalencia de micosis en Brasil.
50	Expansion of Coccidioidomycosis Endemic Regions in the United States in Response to Climate Change	Gorris et al. (2019)	Coccidiomicosis	2019	El aumento de temperatura y de precipitación pueden alterar las regiones endémicas de esta enfermedad.	Se determinó que el área endémica de esta enfermedad, así como el número de casos por año, aumentará en respuesta al cambio climático.
51	Coccidioidomycosis (Valley Fever), Soil moisture, and El Niño Southern Oscillation in California and Arizona	Tobin et al. (2022)	Coccidiomicosis	2009-2012	Infección fúngica asociada con estados de humedad del suelo. Existe una conexión moderada pero significativa del Niño.	Este estudio proporciona un ejemplo de cómo las teleconexiones océano-atmosféricas pueden afectar la salud humana.

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
<i>Otros artículos sobre enfermedades infecciosas y Fenómeno del Niño oscilación sur (ENSO)</i>						
52	Infectious Disease Research and Treatment	Anderson (2010)	Chikungunya, Dengue, Malaria, Cólera, Fiebre del Valle del Rift, enfermedades respiratorias, enfermedad del Lyme, Leishmaniasis cutánea.	2005-2006	La sequía favoreció las condiciones del vector causante de Chikungunya.	La educación enfocada en la salud ambiental está incorporando aspectos comunitarios y culturales para reducir los riesgos de infecciones causadas por mosquitos vectores que aumenta en número durante los eventos climáticos extremos.
53	Reflections on the impact and response to the Peruvian 2017 Coastal El Niño event: Looking to the past to prepare for the future.	Yglesias-González et al. (2023)	Dengue, Fiebre amarilla, Malaria, Zika, Leptospirosis, enfermedades diarreicas, enfermedades respiratorias y neumonía.	2012-2017	El niño costero del 2017 en Perú presentó condiciones denominadas Niño de neutro a frío, provocando un aumento en las lluvias e inundaciones de ríos y creando fuertes impactos sobre la salud. Aumento de enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores.	El Niño costero de 2017 fue intenso y abrupto, lo cual aumentó diez veces las fuertes lluvias e inundaciones que fueron similares a los efectos del Niño de 1983 y 1998. Se observó un aumento en las enfermedades infecciosas y provocadas por vectores, registrándose en Perú el mayor brote de dengue jamás registrado además del aumento de casos de leptospirosis durante el período de estudio.
54	El Niño and human health	Kovats (2000)	Dengue, Escarlatina australiana, Virus del río Ross, Fiebre del valle del Rift, Hantavirus, Cólera, Shigelosis, Tifoides.	1997-1998	Las condiciones climáticas extremas que causan inundaciones y sequías son provocadas por el ciclo ENSO asociado con enfermedades transmitidas por mosquitos y roedores.	Existe evidencia epidemiológica de que el fenómeno del Niño se asocia a riesgo de transmisión de algunas enfermedades en áreas geográficas específicas, donde las anomalías climáticas se encuentran asociadas con el evento del Niño.
55	Global Disease Outbreaks Associated with the 2015-2016 El Niño Event	Ayamba et al. (2019)	Cólera, Dengue, Chikungunya, Hantavirus, Malaria, Fiebre del Valle del Rift, Enfermedades respiratorias, Enfermedad del Virus del Río Ross	2015-2016	Temperatura y precipitación extrema provocada por el Niño.	Se evidenció cómo las condiciones climáticas extremas provocada por el fenómeno del Niño se encuentran estrechamente asociadas con un riesgo elevado de transmisión de enfermedades infecciosas.
56	Multiple impact pathways of the 2015-2016 El Niño in coastal Kenya	Fortnam et al. (2021)	Cólera, Malaria, Fiebre del Valle del Rift, Dacariosis, Diarreas.	2015-2016	Las inundaciones provocaron condiciones adecuadas para el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores.	Se demostró la vulnerabilidad social, ecológica y de salud antes los fenómenos del Niño y otros eventos extremos climáticos en Kenia.

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
57	Influencia de factores climáticos sobre las enfermedades infecciosas	Huarcaya Castilla et al. (2004)	Malaria, Dengue, Bacteriosis, Leishmaniasis, Diarrea, Cólera, Peste, Hantavirus, Tífa, Pírrasis versicolor, Foliculitis, Pododermatitis, Dermatitis, Cryptosporidiosis, Enfermedad de Lyme.	1973-1998	Las alteraciones climáticas provocadas por el Niño y las migraciones humanas aumentaron los casos de estas enfermedades.	Los avances en la biología molecular y el análisis de modelos matemáticos han ido mejorando la comprensión sobre las explicaciones biológicas de las enfermedades infecciosas, lo que permite la oportunidad de predecir brotes de infecciones en áreas de riesgo a la variabilidad climática.
58	Climate and Infectious Diseases	Kelly-Hope and Thomson (2008)	Malaria, Dengue, Meningitis, Esquistosomiasis, Rotavirus, Leishmaniasis.	1880-1998	Los índices que determinan los eventos del Niño se han asociado a enfermedades como Leishmaniasis en Brasil, Malaria en Botsuana, La fiebre del Valle del Rift en Australia.	Esta revisión proporciona una plataforma desde la cual lanzar futuras investigaciones y desarrollo de políticas en relación con las enfermedades sensibles al clima, y sugiere que los países vulnerables deberían ser el foco prioritario de estas investigaciones.
59	Climate change and infectious diseases	Flahault et al. (2016)	Fiebre del Valle del Rift, Cólera, Malaria, Dengue, Chikungunya, Zika, Fiebre amarilla, Gripe o Influenza.	2004-2016	En África Oriental, el exceso de humedad provocado por el Niño se relaciona con el aumento de casos de Fiebre del Valle del Rift.	Los científicos del clima han observado recientemente que el cambio climático está ligado a más frecuentes eventos intensos del Niño, por lo cual se puede prever aumentos en la frecuencia y gravedad de las enfermedades infecciosas emergentes, enfermedades transmitidas por vectores y enfermedades transmitidas por el aire en el mundo.
60	Climate variability and water-related infectious diseases in Pacific Island Countries and Territories, a systematic review	Hosking et al. (2023)	Cólera, Fiebre tifoidea, Cryptosporidiosis, Dengue, Malaria, Diarrea, Leptospirosis, Chikungunya, Zika, Hepatitis A.	2022	La temperatura, precipitación y humedad como factores claves en la transmisión del dengue.	Se debe fortalecer el sistema de abastecimiento e higiene de agua para reducir las enfermedades infecciosas durante los fenómenos meteorológicos extremos.
61	Impact of El Niño Southern Oscillation on infectious disease hospitalization risk in the United States	Fisman et al. (2016)	Enfermedades transmitidas por vector, Neumonía e Influenza, enfermedades entéricas, enfermedades bacteriales zoonóticas, enfermedades fúngicas.	1970-2010	Las altas precipitaciones y temperaturas, las condiciones muy húmedas o secas aumentan el riesgo de enfermedades entéricas.	Demostó la importancia de comprender los vínculos entre el medio ambiente y los riesgos de infección cuando las condiciones ambientales son extremas como durante el Niño y la necesidad de invertir en la vigilancia de salud pública capaz de detectar cambios en las cargas de enfermedades.

N°	Título del artículo	Autor	Enfermedades	Año del Fenómeno del Niño	Causa/Efecto	Conclusión
62	Riesgo de infecciones crónicas y trastornos de salud mental con posterioridad a inundaciones por el fenómeno del niño costero en poblaciones desplazadas, Fúria, 2017.	Loayza-Alarico and De La Cruz-Vargas (2021)	Infección de la piel, infección del tracto urinario, dolores articulares, diabetes mellitus, enfermedades diarreicas, hipertensión arterial.	2017	Desastros naturales como inundaciones que modifican los ecosistemas de los vectores	Al inicio de los desastros naturales causados por el Niño, los perfiles epidemiológicos muestran la presencia de afectaciones psicológicas y la transmisión de enfermedades infecciosas y que con el tiempo aparecen enfermedades crónicas como la diabetes.
63	Time-Series Study of Associations between Rates of People Affected by Disasters and the El Niño Southern Oscillation (ENSO) Cycle.	Lam et al. (2019)	Zika, Dengue, Cólera, Hantavirus, Malaria	1964-2017	El fenómeno del Niño oscilación del sur (ENSO) provoca el aumento de estas enfermedades	Las relaciones entre los ciclos del fenómeno del Niño y las cargas de salud de la población se encuentran relacionadas con los desastros naturales provocados por las anomalías climáticas. Estas pueden ayudar a mejorar las estrategias de preparación para desastros y prevenir la disminución de los registros de morbilidad y mortalidad ocasionados por las enfermedades infecciosas.

En este sentido, los vectores se movilizan atendiendo las necesidades de agua que permiten la sobrevivencia de los criaderos, por lo que podría obedecer a la no disponibilidad del recurso o a la aplicación de estrategias permanente para el combate del vector en esa región. También encontraron un aumento de la prevalencia de enfermedades transmitidas por garrapatas provocado por las elevadas temperaturas y precipitaciones que favorecía la presencia de estas y otros roedores, los cuales son reservorio de algunas patologías como Babesiosis, enfermedad del Lyme, y Rickettsiosis entre otras (Fisman et al., 2016). Se ha documentado que la tasa de transmisión de microorganismos es más alta con ciclo de vida más cortos de las garrapatas, debido a la presencia de altas temperaturas, de tal manera que el ENSO podría causar impacto, aumentando el número de caso de enfermedades transmitidas por garrapatas de lo usualmente esperado (Rodríguez Arranz and Oteo Revuelta, 2016).

3.1 El fenómeno del Niño oscilación sur y las enfermedades virales

(Li et al., 2016) evaluaron en su estudio (Virus Coxsackie 16 y Enterovirus) una infección viral emergente que afecta a niños y bebés en China, cuya presentación clínica incluye fiebre, vesículas y úlceras bucales en manos, pies y boca. Los síntomas clínicos pueden ser leves, pero pueden aparecer síntomas graves neurológicos como meningitis, encefalitis y parálisis similar a los síntomas de la polio, también puede provocar edema pulmonar. En el estudio analizaron cómo el ENSO y las variaciones climáticas ejercían efectos sobre esta enfermedad.

Determinaron que índices altos de oscilación del sur estaban asociados con el aumento de la incidencia de la enfermedad. Refieren que los factores meteorológicos predicen la aparición de esta infección en China. Por otra parte, Oluwole (2017) realizaron un estudio donde se demostró que la dinámica del ENSO impulsó la incidencia de influenza estacional durante los años 2009-2019, época en que se registraron graves epidemias de gripe estacional coincidiendo con la dinámica del ENSO. Los autores concluyeron que la combinación de todas las pandemias de influenza ocurridas en los últimos 140 años con los regímenes caóticos de baja transitividad muestran que la dinámica del ENSO contribuye a impulsar la pandemia de influenza.

Por lo cual todos los modelos de pronóstico de la trayectoria de este evento deben complementar la vigilancia de los virus de influenza de ahora en adelante. Así mismo, estudios llevados a cabo en Japón por Zaraket et al. (2008) encontraron que el pico más elevado de Influenza estaba relacionado con el periodo cálido del ENSO (Xiao et al., 2022; Tang et al., 2022). La fase cálida del Niño, donde las temperaturas de la superficie del mar son anormalmente altas, produce cambios que ocurren durante los siete primeros meses del año cuando posteriormente se produce un descenso de la temperatura por debajo de lo normal, lo cual podría dar lugar a un cambio a gran escala en el medioambiente que altere la tendencia de los virus de la gripe a redistribuirse y se transmitan al huésped humano.

Latinne and Morand (2022) expresan que la variabilidad y las anomalías climáticas son factores que impulsan la aparición de enfermedades infecciosas. Destacan la asociación entre los factores climáticos como el ENSO, las anomalías de temperatura de la superficie terrestre y la aparición y contagio de enfermedades virales transmitidas por murciélagos en humanos y ganados en Asia, la región del Pacífico y la península Arábiga. Los autores encontraron que el ENSO y sus anomalías climáticas pueden crear oportunidades para la propagación del virus de la rabia transmitidos por murciélagos a humanos y animales. Sus resultados sugieren que la mayoría de estas enfermedades virales transmitidas por murciélagos probablemente fueron provocadas por las anomalías climáticas del ENSO debido a que 9 de cada 12 virus transmitidos por murciélagos surgieron en la región Asia, Pacífico y península arábiga después de un evento del fenómeno del Niño. Por otra parte, la recién aparición del virus SARS CoV2 responsable del coronavirus en China surgido en 2019 ocurrió posterior a un evento ENSO que impactó a China.

Según este autor los virus transmitidos por murciélagos son los de la Familia Coronaviridae, Paramixoviridae, Reoviridae, Rhabdoviridae, Nipah virus y Hendra virus. En lo que se refiere al SARS CoV2 que apareció en Wuhan China, seguramente fue transmitido de los murciélagos a los humanos junto a otro intermediario que se cree fue un pangolín; aunado a la cadena de transmisión que existe entre enjaular a los animales salvajes en los mercados de alimentos, posteriormente ser sacrificados con la contaminación subsecuente que esto podría significar en las áreas de venta de alimentos, elevados riesgos para la transmisión de microorganismos patógenos tanto para los compradores como para quienes atienden en los mercados, y de ahí provino la rápida propagación del virus al resto de la población (Silva-Jaimes, 2020).

Así mismo, afecto a la diversidad biológica de las especies invasoras, lo que genera en pérdida de la flora y la fauna local causada por la agresividad de su explotación sin que existan controles biológicos adecuados. Al invadir los ecosistemas sin un manejo sustentable sus consecuencias son los brotes infecciosos al provocar el desequilibrio

entre depredadores y presas. Sin embargo, se piensa que el murciélago se desplazó inusualmente de su hábitat debido al cambio climático.

El cambio climático ha contribuido a acelerar la emisión antropogénica de los gases de efecto invernadero lo que tiende a aumentar los riesgos de zoonosis. Así como el aumento de temperatura o calentamiento global favorece elevando el número de vectores de enfermedades infecciosas como mosquitos y garrapatas, también el calentamiento global influye directamente sobre los patógenos que poseen un rango térmico mayor al de sus hospedadores, incluyendo al humano donde el equilibrio entre el patógeno invasor y el sistema inmunológico del huésped cambia a favor del patógeno. Otro aspecto importante se refiere a los patrones de migración de la fauna silvestre que podría favorecer la aparición de nuevas enfermedades al haber interacciones entre distintos animales. Además, el aumento del comercio global favorece la mezcla entre la fauna salvaje y animales domésticos, provocando también una mayor exposición mundial de los humanos a los microorganismos patógenos y favoreciendo la transmisión de enfermedades de animales a humanos, es decir, enfermedades zoonóticas, siendo la COVID-19 un ejemplo de estas (Valladares, 2020).

3.2 Fenómeno del Niño oscilación sur y las enfermedades virales transmitidas por vectores

Según indica Anyamba et al. (2019) en la investigación de patrones de la variabilidad climática interanual relacionado con el ENSO, el fenómeno tiene como consecuencia condiciones de anomalías climáticas y ambientales en zonas específicas de todo el mundo, ocasionando brotes o aumento de una gran variedad de enfermedades entre las cuales destaca Dengue, Chikungunya, Zika, Hantavirus, Fiebre del Valle del Rift, y peste entre otras enfermedades infecciosas. Según los autores, estos brotes que se presentaron durante el ENSO de 2015/2016 (considerado fuerte) en regiones que incluyen el sudeste asiático, Tanzania, el oeste de EE. UU. y Brasil, debido a los cambios en las precipitaciones, temperaturas y la vegetación dieron origen a sequías e inundaciones en exceso, lo cual favoreció las condiciones ecológicas para que los microorganismos patógenos y los vectores transmisores de estos surjan y se propaguen en estas regiones.

Los investigadores demostraron que la intensidad de las enfermedades de algunas regiones teleconectadas con el ENSO aumentó el doble en comparación con los años en que este evento climático no ocurrió (Anyamba et al., 2001, 2019). El dengue en Brasil y en el sudeste asiático también se relaciona con temperaturas de la superficie terrestre superiores a lo normal (Anyamba et al., 2001, 2019; Coelho-Cruz et al., 2023). Al respecto, un incremento de la temperatura mayor de lo usual, con estrecha relación de aumento de humedad en los ciclos de desarrollo del vector se acortan con el

subsecuente incremento de la densidad de los vectores. Este aumento en la densidad de población del vector origina mayor interacción mosquito-hombre, trayendo como consecuencia enfermedades arbovirales tales como: Dengue, Chikungunya, Zika, inclusive fiebre amarilla urbana, por los hábitos domésticos del vector, por lo que se podría esperar que el número de casos aumentaría el doble.

3.3 Fenómeno del Niño y las enfermedades bacterianas

En el caso concreto de la leptospirosis, las investigaciones realizadas por Weinberger et al. (2014) sobre la relación del ENSO en Nueva Caledonia, muestran brotes estacionales en los trópicos. Los autores pueden predecir los brotes de leptospirosis usando series de tiempo desde 2000 al 2012, para evaluar los factores climáticos como el ENSO y las condiciones meteorológicas. Encontraron que los períodos donde coincide la Niña se asocian con abundante precipitación relacionados a su vez con los brotes de esta enfermedad. Demostraron que el ENSO tiene una fuerte asociación con la leptospirosis y que se debe replicar este estudio en regiones del Pacífico Sur, Asia o América Latina donde el fenómeno del Niño provoca también una variabilidad climática que lleva a riesgo de brotes de esta.

Los casos de leptospirosis estuvieron por encima de la media anual observada durante los años 2012 al 2016. Sin embargo, el número de otras enfermedades que son sensibles al ENSO con períodos de incubación más cortos tales como las enfermedades respiratorias agudas, las diarreas y la neumonía fueron más bajos que los reportados durante los años 2012 al 2016 (Weinberger et al., 2014). En este sentido, los brotes de leptospirosis se encuentran estrechamente relacionados a la ocurrencia de fenómenos climáticos, tales como inundaciones, ocasionadas por fuertes precipitaciones, y se considera un factor de riesgo asociado a la presencia de la enfermedad. Algunos ejemplos como la peste en Colorado y Nuevo México están relacionadas con las precipitaciones anormales (Anyamba et al., 2019). La peste es causada por *Yersenia pestis*, una bacteria zoonótica encontrada en pequeños mamíferos y en perros que lo parasitan; en este sentido, hay mayor producción de pulgas cuando existen abundantes precipitaciones en el invierno acompañadas de veranos calurosos, tal como fue referido por el autor.

Así mismo, las fuertes precipitaciones son un factor que influyen en la contaminación de las aguas superficiales con aguas residuales, esto representa causas comunes de diarrea, la cual está relacionada con el abastecimiento de aguas contaminadas e inundaciones que influyen directamente con la transmisión de fiebre tifoidea y Shigelosis. La fiebre tifoidea es frecuente donde el saneamiento es deficiente y no se dispone de agua potable, igual condición ocurre con la Shigelosis. Por lo que en lugares donde no se dispone de suministro de agua y al

ocurrir eventos tales como fuertes precipitaciones suelen suceder brotes inusuales debido a la contaminación del agua potable con las aguas residuales (Anyamba et al., 2001, 2019).

Al respecto, el estudio realizado por Kim et al. (2021) sobre los efectos del Niño y la Niña en el número de casos de Shigelosis en Corea durante los años 2004 al 2017 demostró que el riesgo de infección de Shigelosis aumentó a medida que el índice de la Niña se elevaba, debido a que las fluctuaciones provocadas por el Fenómeno de la Niña en los países del sur y sureste asiático influyen sobre el saneamiento de las aguas.

Las inundaciones y el ENSO no pueden ser directamente relacionados con la transmisión de enfermedades. Pero la sequía se puede relacionar con el aumento de patógenos en las aguas superficiales y con las enfermedades causadas por falta de higiene. El aumento de la temperatura provocado por el ENSO influye directamente con el aumento de las infecciones gastrointestinales. Al respecto, el Fenómeno del Niño ocurrido en 1997-1998 en Perú provocó un aumento de temperatura que tuvo como consecuencia que un elevado número de niños tuvieron que ser internados en el hospital con diarrea (Kovats, 2000).

Al respecto, Solomon and Bezatu (2017) realizaron una revisión sistemática sobre el impacto que causa el Fenómeno del Niño sobre la mortalidad y morbilidad de las enfermedades diarreicas, según este estudio existe una relación significativa entre el ENSO y estas enfermedades. Las enfermedades diarreicas infantiles causan morbilidad y mortalidad en países subdesarrollados y se ha demostrado que el ENSO afecta la dinámica de la incidencia de diarrea en países de América del Sur y Asia, pero no es suficiente la comprensión de los efectos de este evento sobre esta enfermedad en África Subsahariana donde la carga de infecciones diarreicas entre niños menores de 5 años es más elevada.

La diarrea es una de las causas principales de mortalidad en África debido a la no disposición de agua y a la carencia de servicios básicos. La diarrea suele aparecer debido a una infección ocasionada por rotavirus o bacterias y se traduce en la muerte de decenas y cientos de miles de niños debido a la pérdida de sales, electrolitos y nutrientes. El sur de África y el sudoeste de Asia son las zonas que acumulan casi 80 % de todas las muertes por diarrea del mundo, lo cual podría estar relacionado a la carencia de agua rica en nutrientes, lo que agravó el cuadro epidemiológico en estos niños. Debido a que el ENSO se caracteriza por un período de calentamiento de la superficie del mar y la consiguiente supresión de la corriente de agua fría rica en nutrientes, lo cual sigue el patrón de lo que sucede en la costa de Perú y Ecuador que suele durar por lo general entre 12 y 18 meses.

En lo que se refiere a las enfermedades entéricas en la región occidental de Estados Unidos, se observó una disminución de esta patología, aumentando el riesgo en otras regiones de este país. Por lo

tanto, las condiciones húmedas y las condiciones secas aumentan el riesgo de enfermedades entéricas (Fisman et al., 2016).

3.4 El Fenómeno del Niño oscilación sur y las enfermedades parasitarias y transmitidas por hongos

El cambio climático provoca eventos meteorológicos extremos que se han asociado a enfermedades parasitarias en todo el mundo, siendo la Leishmaniasis una de las más estudiadas. Da Silva et al. (2020) en su investigación sobre el efecto del ENSO sobre la Leishmaniasis visceral humana, mencionan que en Panamá se asoció el aumento de casos de Leishmaniasis visceral con la fase fría del ENSO. Además, expresan que los factores involucrados en la variación del número de casos de Leishmaniasis visceral en Brasil es que los vectores flebótomos se encuentran fuertemente influenciados por las variables ambientales, temperatura, luminosidad, humedad, altitud y cobertura vegetal, por lo cual estos factores pueden influir en la transmisión del parásito y el desarrollo de esta enfermedad.

Con respecto a *Cryptosporidium* en una investigación realizada por Cann et al. (2013) mencionan que la mayoría de los brotes de las enfermedades parasitarias ocurrieron luego del paso de fenómenos meteorológicos extremos relacionados con el agua, es decir, después de una tormenta severa, o fuertes lluvias relacionadas con el ENSO, ciclones o una inundación de agua de mar, huracanes o mareas. Posterior a un evento climático extremo también se expresa que las causas probables de infecciones parasitarias podrían ser contaminación y escasez de agua potable y el saneamiento e higiene deficiente después de un evento climático extremo.

En Perú se informó que la mayor parte de la población afectada por las inundaciones, presentaron enfermedades de la piel, principalmente entre la población infantil. Los casos más frecuentes correspondieron a infecciones, excoriaciones o heridas superficiales, dermatitis alérgicas, piodermatitis, micosis, entre otras patologías. (MSP/OPS, 1989). Ahora bien, existen pocos estudios que revelan el efecto del ENSO como propiciador de las micosis. No obstante en los Estados Unidos con el propósito de evaluar la Coccidiomicosis la cual es una enfermedad fúngica transmitida y relacionada con la humedad del suelo común en todo el suroeste de EEUU, autores como: Tobin et al. (2022) realizaron un análisis sobre la correlación del fenómeno del Niño oscilación sur con la humedad del suelo y la incidencia de Coccidiomicosis entre los años 2009 y 2012, observando una conexión moderada y significativa entre el ENSO, la humedad del suelo y la Coccidiomicosis. En este estudio los autores demostraron que la teleconexiones oceánicoatmosféricas puede afectar la salud humana.

Gorris et al. (2019) en su estudio sobre la expansión de la Coccidiomicosis en regiones endémicas de los Estados Unidos en

respuesta al cambio climático determinaron que las elevadas temperaturas podrían cambiar la ubicación de esta enfermedad fúngica del sureste de Estados Unidos, podría expandirse y también podría afectar al oeste del país el cual para el año 2100 se volverá más caluroso y estará más afectado por las lluvias que favorecen al hongo, duplicando el número de personas enfermas en el país. El hongo *Coccidioides* vive y prospera en zonas con poca lluvia y altas temperaturas, por lo que es de esperar que cuando la humedad del suelo es alta, acompañada de temperaturas también altas, favorece la dispersión y transmisión del hongo tal como aconteció entre los años 2009-2012 propiciado por el ENSO.

Como se acotó anteriormente, el ENSO puede volverse más frecuentes debido al cambio climático. Aunque los eventos del Niño son globales existe variabilidad en la magnitud del impacto de los efectos de este con algunas regiones que son consideradas teleconectadas a el ENSO, lo que quiere decir que experimentan anomalías climáticas relacionadas con este evento a pesar de encontrarse a muchos miles de kilómetros de distancia mientras que otras regiones no se encuentran teleconectadas (Fisman et al., 2016).

3.5 Fortalezas y Limitaciones

Este estudio se limitó a investigaciones sobre las enfermedades infecciosas y la influencia de las anomalías climáticas provocadas por el ENSO cuyos rangos de tiempo fueron desde 2000 y 2023 que incluían los fenómenos del Niño oscilación sur fuerte de los años (1982-1983/1997-1998/2016-2017). Las áreas geográficas de selección de la investigación fueron las zonas vulnerables a los eventos del Niño, donde fueron realizadas investigaciones sobre epidemias o enfermedades infecciosas. Los términos de búsqueda fueron muy amplios; algunos artículos excluidos trataban sobre enfermedades infecciosas en general como por ejemplo diarrea, cuyo microorganismo puede ser una bacteria, un parásito o un virus; enfermedad respiratoria, sin especificar el microorganismo causante de la enfermedad, por lo cual tuvieron que ser excluidos del estudio. De las enfermedades infecciosas transmitidas por virus como Zika y Chikungunya fueron encontrados pocos estudios para los años 1982-1983 y 1997-1998.

Para las enfermedades transmitidas por parásito u hongos, se encontraron pocos estudios que coincidieran con los criterios de inclusión. Quizás el hecho de que los términos amplios usados para la búsqueda bibliográfica y la búsqueda de citas completas haya pasado por alto literaturas importantes, también podría haber posibles sesgos debido a que no se realizó un metaanálisis tan exhaustivo. Se debe tomar en cuenta también la disponibilidad limitada de datos y lo heterogéneo que son los indicadores climáticos. Además, las zonas geográficas vulnerables suelen ser propias de países subdesarrollados

que no generan datos o investigaciones donde se comparan los casos epidemiológicos con los datos ambientales o climatológicos.

Se recomienda realizar más investigaciones sobre la influencia de las variables climáticas extremas bajo la influencia del ENSO, el cual influye generalmente en la aparición de catástrofes como incendios forestales, inundaciones, sequías entre otros, los cuales generalmente provocan el aumento de las enfermedades virales, bacterianas, parasitarias y causadas por hongos. Existe la necesidad de determinar la naturaleza de los mecanismos ecológicos y su relación con las enfermedades, es decir, analizar las bases ecológicas de las enfermedades. Deben crearse vínculos entre los profesionales de salud, los gestores políticos y los predictores meteorológicos para poder predecir a largo plazo los riesgos epidemiológicos en las zonas vulnerables a los factores climáticos extremos. También se deben crear alertas epidemiológicas tempranas para mitigar la proliferación de enfermedades causadas por virus, bacterias, parásitos y hongos.

4 Conclusiones

La variabilidad climática provocado por el ENSO favorece la aparición de enfermedades infecciosas importada, que pueden volverse endémicas en vez de ser extinguidas. Las consecuencias proyectadas en las enfermedades como consecuencia del ENSO variaría según la forma en que se manifieste el fenómeno (inundación, sequía, aumento de temperatura o precipitaciones abundantes).

A fin de poder realizar pronósticos sobre las repercusiones en diferentes zonas endémicas como consecuencia del ENSO resulta imperativo tomar en cuenta los factores de riesgo, la variabilidad del clima y el ámbito geográfico donde sucede y de esta manera articularlos con los programas que controlan las enfermedades infecciosas. La atención debe centrarse en el clima y en la necesidad de que los programas se adapten y se identifiquen precozmente los cambios de morbilidad y mortalidad inducidos por el clima con la finalidad de estratificar el riesgo de que sucedan estas enfermedades influenciadas por las variaciones climáticas y poder proceder a la toma de decisiones.

Se debe prestar atención y comprender mejor los vínculos que existen entre el medioambiente y el riesgo de infección en las regiones con la finalidad de establecer grupos de trabajo, quizás priorizando las enfermedades infecciosas más prevalentes en la región.

Contribución de los autores

P.M.: Conceptualización, tratamiento de datos, Curación de los datos, Metodología, Visualización, Escritura borrador original, Escritura revisión y Edición; G.V.S.: Conceptualización, Conceptualización, tratamiento de datos, Curación de los datos, Metodología, Visualización, Escritura borrador original, Escritura revisión y Edición.

Referencias

- Anderson, A. (2010). Article commentary: Contributions in the first 21st century decade to environmental health vector borne disease research. *Infectious Diseases: Research and Treatment*, 2:17–24. Online: <https://n9.cl/6q067h>.
- Anttila-Hughes, J., Jina, A., and McCord, G. (2021). El Niño impacts child undernutrition in the global tropics. *Nature communications*, 12(1):5785. Online: <https://n9.cl/ust7s>.
- Anyamba, A., Chretien, J., Britch, S., Soebiyanto, R., Small, J., Jepsen, R., Forshey, B., Sanchez, J., Smith, R., Harris, R., Tucker, C., Karesh, W., and Linthicum, K. (2019). Global disease outbreaks associated with the 2015–2016 el niño event. *Scientific reports*, 9(1):1930. Online: <https://n9.cl/mzxle>.
- Anyamba, A., Chretien, J., Small, J., Tucker, C., Formenty, P., Richardson, J., Britch, S., Schnabel, D., Erickson, R., and Linthicum, K. (2009). Prediction of a rift valley fever outbreak. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(3):955–959. Online: <https://n9.cl/d19qw>.
- Anyamba, A., Damoah, R., Kemp, A., Small, J. and. Rostal, M., Bagge, W., Cordel, C., Brand, R., Karesh, W., and Paweska, J. (2022). Climate conditions during a rift valley fever post-epizootic period in free state, south africa, 2014–2019. *Frontiers in veterinary science*, 8:730424. Online: <https://n9.cl/l10gh>.
- Anyamba, A., Tucker, C., and Eastman, J. (2001). N-dvi anomaly patterns over africa during the 1997/98 el Niño warm event. *International Journal of Remote Sensing*, 22(10):1847–1860. Online: <https://n9.cl/s7k0c>.
- Arbo, A., Sanabria, G., and Martínez, C. (2022). Influencia del cambio climático en las enfermedades transmitidas por vectores. *Revista del Instituto de Medicina Tropical*, 17(2):23–36. Online: <https://n9.cl/c7s03>.
- Ben Ari, T., Gershunov, A., Tristan, R., Cazelles, B., Gage, K., and Stenseth, N. (2010). Interannual variability of human plague occurrence in the western united states explained by tropical and north pacific ocean climate variability. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 83(3):624–632. Online: <https://n9.cl/udv0y>.
- Bennett, A., Epstein, L., Gilman, R., Cama, V., Bern, C., Cabrera, L., Lescano, A., Patz, J., Carcamo, C., Sterling, C., and Checkley, W. (2012). Effects of the 1997/1998 el Niño episode on community rates of diarrhea. *American journal of public health*, 102(7):e63–e69. Online: <https://n9.cl/0ud9o1>.

- Brito-Silva, F., Nascimento-Santos, J., Chagas da Silva, L., Costa-Gomes, W., Mendes Villis, P., dos Santos Gomes, E., Araújo, E., Pinheiro, D., Pedrozo, C., da Silva Dias, R., Monteiro, C., and Ribeiro Alves, J. (2019). Climate drivers of hospitalizations for mycoses in brazil. *Scientific Reports*, 9(1):6902. Online: <https://n9.cl/ni15l>.
- Cai, W., McPhaden, M., Grimm, A., Rodrigues, R., Taschetto, A., Garreaud, R., Dewitte, B., Poveda, G., Ham, Y., Santoso, A., Ng, B., Anderson, W., Wang, G., Geng, T., Jo, H., Marengo, J., Alves, L., Osman, M., Li, S., Wu, L., Karamperidou, C., Takahashi, K., and Vera, C. (2020). Climate impacts of the el niño-southern oscillation on south america. *Nature Reviews Earth y Environment*, 1(4):215–231. Online: <https://n9.cl/yr05x>.
- Caminade, C., Turner, J., Metelmann, S., Hesson, J., Blagrove, M., Solomon, T., Morse, A., and Baylis, M. (2017). Global risk model for vector-borne transmission of zika virus reveals the role of el niño 2015. *Proceedings of the national academy of sciences*, 114(1):119–124. Online: <https://n9.cl/zr7uf>.
- Cann, K., Thomas, D., Salmon, R., Wyn-Jones, A., and Kay, D. (2013). Extreme water-related weather events and waterborne disease. *Epidemiology y Infection*, 141(4):671–686. Online: <https://n9.cl/g8nmr>.
- Cano-Pérez, E., Loyola, S., Espitia-Almeida, F., TorresPacheco, J., Malambo-García, D., and Gómez-Camargo, D. (2022). Climatic variability and human leptospirosis cases in cartagena, colombia: A 10-year ecological study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 106(3):785–791. Online: <https://n9.cl/3o2689>.
- Carlowicz, M. and Schollaert, S. (2017). El niño. The Earth Observatory. Online: <https://n9.cl/oywnh4>.
- Carlson, C., Dougherty, E., and Getz, W. (2016). An ecological assessment of the pandemic threat of zika virus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(8): e0004968. Online: <https://n9.cl/eglur>.
- Cash, B., Rodó, X., Emch, M., Yunus, M., Faruque, A., and Pascual, M. (2014). Cholera and shigellosis: different epidemiology but similar responses to climate variability. *PloS one*, 9(9): e107223. Online: <https://n9.cl/mtdgov>.
- Chaves, L., Calzada, J., Valderrama, A., and Saldana, A. (2014). Cutaneous leishmaniasis and sand fly fluctuations are associated with el niño in panamá. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(10): e3210. Online: <https://n9.cl/vwyq4>.
- Chuang, T., Chaves, L., and Chen, P. (2017). Effects of local and regional climatic fluctuations on dengue outbreaks in southern taiwan. *PLoS One*, 12(6): e0178698. Online: <https://n9.cl/iyyi3>.

- Coelho-Cruz, T., Ribeiro, S., Vieira, R., Lafuente, C., Monteiro, A., Veloso, G., Franco-Morais, M., Carneiro, M., Barbosa, A., and Coura-Vital, W. (2023). Impact of climate on the expansion of dengue fever in an endemic urban area. Preprints, page 2023121516. Online: <https://n9.cl/rk3qx>.
- Da Silva, D., Lima, M., Souza Neto, P., Gomes, H., Silva, F., Almeida, H., and Costa, R. (2020). Caracterização de eventos extremos e de suas causas climáticas com base no índice padronizado de precipitação para o leste do nordeste. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(2):449–464. Online: <https://n9.cl/d0oso>.
- Del Carpio, L. (2023). El entorno ecológico y climático favorece a los arbovirus, ciclón yaku y el dengue en Perú. *Norte Médico*, 2(6):18–19. Online: <https://n9.cl/v2580d>.
- Dos Santos Ferreira, H., Silva Nóbrega, R., Da Silva Brito, P., Pires Farias, J., Henrique Amorim, J., Mariz Moreira, E., Mendez, É., and Barros Luiz, W. (2022). Impacts of el niño southern oscillation on the dengue transmission dynamics in the metropolitan region of Recife, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 55: e0671–2021. Online: <https://n9.cl/j3alg>.
- Dostal, T., Meisner, J., Munayco, C., García, P., Cárcamo, C., Pérez Lu, J., Morin, C., Frisbie, L., and Rabinowitz, P. (2022). The effect of weather and climate on dengue outbreak risk in Peru, 2000-2018: A time-series analysis. *PLoS neglected tropical diseases*, 16(6): e0010479. Online: <https://n9.cl/dengueperu>.
- Ehelepola, N., Ariyaratne, K., and Dissanayake, D. (2021). The interrelationship between meteorological parameters and leptospirosis incidence in Hambantota district, Sri Lanka 2008-2017 and practical implications. *PLoS One*, 16(1): e0245366. Online: <https://n9.cl/mjabj>.
- Fan, J., Meng, J., Ashkenazy, Y., Havlin, S., and Schellnhuber, H. (2017). Network analysis reveals strongly localized impacts of el Niño. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(29):7543–7548. Online: <https://n9.cl/d3oi9>.
- Fisman, D., Tuite, A., and Brown, K. (2016). Impact of el Niño southern oscillation on infectious disease hospitalization risk in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(51):14589–14594. Online: <https://n9.cl/bt57f>.
- Flahault, A., de Castaneda, R., and Bolon, I. (2016). Climate change and infectious diseases. *Public Health Reviews*, 37(21):Online: <https://n9.cl/qx6uym>.
- Fleck, A. (2022). When can you expect el Niño and la Niña? Statista. Online: <https://n9.cl/9t710>.

- Fortnam, M., Atkins, M., Brown, K., Chaigneau, T., Frouws, A., Gwaro, K., Huxham, M., Kairo, J., Kimeli, A., Kirui, B., and Sheen, K. (2021). Multiple impact pathways of the 2015-2016 el niño in coastal kenya. *Ambio*, 50:174–189. Online: <https://n9.cl/p45v9>.
- Fuller, D., Troyo, A., and Beier, J. (2009). El niño southern oscillation and vegetation dynamics as predictors of dengue fever cases in costa rica. *Environmental Research Letters*, 4(1):014011. Online: <https://n9.cl/j1rut>.
- Gorris, M., Treseder, K., Zender, C., and Randerson, J. (2019). Expansion of coccidioidomycosis endemic regions in the united states in response to climate change. *GeoHealth*, 3(10):308–327. Online: <https://n9.cl/dbnth>.
- Hosking, R., Smurthwaite, K., Hales, S., Richardson, A., Batikawai, S., and Lal, A. (2023). Climate variability and water-related infectious diseases in pacific island countries and territories, a systematic review. *PLoS Climate*, 2(10):e0000296. Online: <https://n9.cl/cwa6nq>.
- Huarcaya Castilla, E., Rossi Leyva, F., and LlanosCuentas, A. (2004). Influencia de factores climáticos sobre las enfermedades infecciosas. *Revista Médica Herediana*, 15(4):218–224. Online: <https://n9.cl/a8f6s3>.
- Kelly-Hope, L. and Thomson, M. (2008). Seasonal Forecasts, *Climatic Change and Human Health*, volume 30, chapter Climate and infectious diseases, pages 31–70. Springer.
- Kim, J., Sung, J., Kwon, H., and Cheong, H. (2021). Effects of el niño/la niña on the number of imported shigellosis cases in the republic of korea, 2004-2017. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1):211. Online: <https://n9.cl/psuov>.
- Kovats, R. (2000). El niño and human health. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9):1127–1135. Online: <https://n9.cl/kfz2n>.
- Kreppel, K., Caminade, C., Telfer, S., Rajerison, M., Rahalison, L., Morse, A., and Baylis, M. (2014). A nonstationary relationship between global climate phenomena and human plague incidence in madagascar. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(10):e3155. Online: <https://n9.cl/dyuol>.
- Lam, H., Haines, A., McGregor, G., Chan, E., and Hajat,
- Latif, M., Semenov, V., and Park, W. (2015). Super el niños in response to global warming in a climate model. *Climatic Change*, 132:489–500. Online: <https://n9.cl/5z6ff>.
- Latinne, A. and Morand, S. (2022). Climate anomalies and spillover of bat-borne viral diseases in the asia-pacific region and the arabian peninsula. *Viruses*, 14(5): Online: <https://bit.ly/4dE5fi5>.

- Li, J., Sun, Y., Du, Y., Yan, Y., Huo, D., Liu, Y., Peng, X., Yang, Y., Liu, F., Lin, C., Liang, Z., Jia, L., Chen, L., Wang, Q., and He, Y. (2016). Characterization of coxsackievirus a6-and enterovirus 71-associated hand foot and mouth disease in beijing, china, from 2013 to 2015. *Frontiers in microbiology*, 7:391. Online: <https://n9.cl/clvtp>.
- Li, T., Chen, F., Zhang, S., Feng, X., and Zeng, W. (2021). Possible linkage between asymmetry of atmospheric meridional circulation and tropical cyclones in the central pacific during el niño years. *Plos one*, 16(11): e0259599. Online: <https://n9.cl/jhobv>.
- Lin, H., Zou, H., Wang, Q., Liu, C., Lang, L., Hou, X., and Li, Z. (2013). Short-term effect of el nino-southern oscillation on pediatric hand, foot and mouth disease in shenzhen, china. *PloS one*, 8(7):e65585. Online: <https://n9.cl/u4v23>.
- Liyanage, P., Tissera, H., Sewe, M., Quam, M., Amarasinghe, A., Palihawadana, P., Wilder-Smith, A., Louis, V., Tozan, Y., and Rocklöv, J. (2016). A spatial hierarchical analysis of the temporal influences of the el nino-southern oscillation and weather on dengue in kalutara district, sri lanka. *International journal of environmental research and public health*, 13(11):1087. Online: <https://n9.cl/yqtua>.
- Loayza-Alarico, M. and De La Cruz-Vargas, J. (2021). Riesgo de infecciones, enfermedades crónicas y trastornos de salud mental con posterioridad a inundaciones por el fenómeno del niño costero en poblaciones desplazadas, piura, 2017. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(3):546–556. Online: <https://n9.cl/pd0pr>.
- Lotto Batista, M., Rees, E., Gómez, A., López, S., Castell, S., Kucharski, A., Ghozzi, S., and Müller, G. and Lowe, R. (2023). Towards a leptospirosis early warning system in northeastern argentina. *Journal of The Royal Society Interface*, 20(202):20230069. Online: <https://n9.cl/0lgrv>.
- Ma, Y., Kalantari, Z., and Destouni, G. (2023). Infectious disease sensitivity to climate and other driver-pr essure changes: Research effort and gaps for lyme disease and cryptosporidiosis. *GeoHealth*, 7(6): e2022GH000760. Online: <https://n9.cl/3135i>.
- Marinho, R., Duro, R., Mota, M., Hunter, J., Diaz, R., Kawakubo, F., and Komninakis, S. (2022). Environmental changes and the impact on the human infections by dengue, chikungunya and zika viruses in northern brazil, 2010-2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19):12665. Online: <https://n9.cl/32id0a>.
- Martinez, P., Reiner Jr, R., Cash, B., Rodó, X., Shahjahan Mondal, M., Roy, M., Yunus, M., Faruque, A., Huq, S., and King, A. (2017). Cholera

forecast for dhaka, bangladesh, with the 2015-2016 el niño: lessons learned. *PloS one*, 12(3): e0172355. Online: <https://n9.cl/liyqsv>.

Molleda, P. and Velásquez, G. (2022). Influencia de las variables ambientales en el comportamiento ecológico y biología del mosquito vector causante de arbovirosis revisión sistemática. In VII Congreso Científico Internacional “Sociedad Del Conocimiento: Retos Y Perspectivas. Acciones Para Un Mundo Sostenible”, pages 861–79.

Moraes, B., Souza, E. d., Sodré, G., Ferreira, D., and Ribeiro, J. (2019). Sazonalidade nas notificações de dengue das capitais da amazônia e os impactos do el niño/la niña. *Cadernos de Saúde Pública*, 35: e00123417. Online: <https://n9.cl/en0zl>.

Muñoz, Á., Thomson, M., Goddard, L., and Aldighieri, S. (2016). Analyzing climate variations at multiple timescales can guide zika virus response measures. *Gigascience*, 5(1):s13742–016. Online: <https://n9.cl/giem87>.

NOAA (2024). Noaa. National Oceanic and Atmospheric Administration. Online:<https://www.noaa.gov/>. Consultado el 24 de enero del 2024.

Oluwole, O. (2015). Seasonal influenza epidemics and el niños. *Frontiers in public health*, 3:250. Online: <https://n9.cl/492mj3>.

Oluwole, O. (2017). Dynamic regimes of el niño southern oscillation and influenza pandemic timing. *Frontiers in Public Health*, 5:301. Online: <https://n9.cl/v7uj1>.

Onozuka, D. (2014). Effect of non-stationary climate on infectious gastroenteritis transmission in japan. *Scientific reports*, 14:5157. Online: <https://n9.cl/boisl>.

Ramírez-Solano, A., Chamizo-García, H., and Fallas-Sojo, J. (2017). El fenómeno enos y el dengue, regiones pacífico central y huetar atlántico, costa rica, 1990 a 2011. *Población y Salud en Mesoamérica*, 15(1): Online: <https://n9.cl/3qy5f4>.

Rees, E., Lotto Batista, M., Kama, M., Kucharski, A., Lau, C., and Lowe, R. (2023). Quantifying the relationship between climatic indicators and leptospirosis incidence in fiji: A modelling study. *PLOS Global Public Health*, 3(10): e0002400. Online: <https://n9.cl/apn6m4>.

Reina Ortiz, M., Le, N., Sharma, V., Hoare, I., Quizhpe, E., Teran, E., Naik, E., Salihu, H., and Izurieta, R. (2017). Post-earthquake zika virus surge: Disaster and public health threat amid climatic conduciveness. *Scientific reports*, 7(1):15408. Online: <https://n9.cl/kvcsj>.

Rodríguez Arranz, C. and Oteo Revuelta, J. (2016). Enfermedades transmitidas por garrapatas más frecuentes en pediatría. *Guía-ABE*. Online: <https://n9.cl/d8rxp>. Consultado el 24 de enero del 2024.

- Rúa-Uribe, G., Suárez-Acosta, C., Chauca, J., Ventosilla, P., and Almanza, R. (2013). Modelling the effect of local climatic variability on dengue transmission in medellin (colombia) by means temporary series analysis. *Biomedica*, 33:142–152. Online: <https://n9.cl/cudw1>.
- Shaman, J. and Lipsitch, M. (2013). The el niñosouthern oscillation (enso)-pandemic influenza connection: Coincident or causal? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(1):3689–3691. Online: <https://n9.cl/llwxb>.
- Silva-Jaimes, M. (2020). El sars-cov-2 y otros virus emergentes y su relación con la inocuidad en la cadena alimentaria. *Scientia Agropecuaria*, 11(2):267–277. Online: <https://n9.cl/lx6dk>.
- Sippy, R., Herrera, D., Gaus, D., Gangnon, R., Patz, J., and Osorio, J. (2019). Seasonal patterns of dengue fever in rural ecuador: 2009-2016. *PLoS neglected tropical diseases*, 13(5):e0007360. Online: <https://n9.cl/kdm86>.
- Solomon, D. and Bezatu, M. (2017). The impact of el niño on diarrheal disease incidence: A systematic review. *Science*, 5(6):446–451. Online: <https://n9.cl/acw2g>.
- Sorensen, C., Borbor-Cordova, M., Calvello-Hynes, E., Diaz, A., Lemery, J., and Stewart-Ibarra, A. (2017). Climate variability, vulnerability, and natural disasters: a case study of zika virus in manabi, ecuador following the 2016 earthquake. *GeoHealth*, 1(8):298–304. Online: <https://n9.cl/6lvvp>.
- Stewart-Ibarra, A., Muñoz, A., Ryan, S., Beltrán Ayala, E., Borbor-Cordova, M., Finkelstein, J., Mejía, R., Ordoñez, T., Recalde-Coronel, G., and Rivero, K. (2014). Spatiotemporal clustering, climate periodicity, and social-ecological risk factors for dengue during an outbreak in machala, ecuador, in 2010. *BMC Infectious Diseases*, 14(610): Online: <https://bit.ly/4dvh5el>.
- Storck, C., Postic, D., Lamaury, I., and Perez, J. (2008). Changes in epidemiology of leptospirosis in 2003-2004, a two el nino southern oscillation period, guadeloupe archipelago, french west indies. *Epidemiology y Infection*, 136(10):1407–1415. Online: <https://n9.cl/p3ej8>.
- Tang, Q., Gong, K., Xiong, L., Dong, Y., and Xu, W. (2022). Can el niño-southern oscillation increase respiratory infectious diseases in china? an empirical study of 31 provinces. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5):2971. Online: <https://n9.cl/fl6fq>.
- Tee, K., Takebe, Y., and Kamarulzaman, A. (2009). Emerging and re-emerging viruses in malaysia, 1997-2007. *International Journal of Infectious Diseases*, 13(3):307–318. Online: <https://n9.cl/9di4t>.

- Tobin, K., Pokharel, S., and Bennett, M. (2022). Coccidioidomycosis (valley fever), soil moisture, and el niño southern oscillation in california and arizona. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12):7262. Online: <https://n9.cl/8nfwf>.
- Valladares, F. (2020). La biodiversidad nos protege de pandemias. Fernando Valladares. Online:<https://n9.cl/85o4u>. Consultado el 30 de enero del 2024.
- Weinberger, D., Baroux, N., Grangeon, J., Ko, A., and Goarant, C. (2014). El niño southern oscillation and leptospirosis outbreaks in new caledonia. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(4):e2798. Online: <https://n9.cl/dw6er>.
- Woyessa, A., Siebert, A., Owusu, A., Cousin, R., Dinku, T., and Thomson, M. (2023). El niño and other climatic drivers of epidemic malaria in ethiopia: new tools for national health adaptation plans. *Malaria Journal*, 22(1):1–19. Online: <https://n9.cl/gf794>.
- Xiao, J., Gao, M., Huang, M., Zhang, W., Du, Z., Liu, T., Meng, X., Ma, W., and Lin, S. (2022). How do el niño southern oscillation (enso) and local meteorological factors affect the incidence of seasonal influenza in new york state. *Hygiene and environmental health advances*, 4:100040. Online: <https://n9.cl/ypx1x>.
- Yglesias-González, M., Valdés-Velásquez, A., Hartinger, S., Takahashi, K., Salvatierra, G., Velarde, R., Contreras, A., Santa María, H., Romanello, M., and Paz-Soldán, V. (2023). Reflections on the impact and response to the peruvian 2017 coastal el niño event: Looking to the past to prepare for the future. *Plos one*, 18(9): e0290767. Online: <https://n9.cl/4yufd>.
- Yu, H., Kuan, C., Tseng, L., Chen, H., Tsai, M., and Chen, Y. (2024). Investigation of the correlation between enterovirus infection and the climate factor complex including the ping-year factor and el niño-southern oscillation in taiwan. *Viruses*, 16(3):471. Online: <https://n9.cl/k15760>.
- Zaraket, H., Saito, R., Tanabe, N., Taniguchi, K., and Suzuki, H. (2008). Association of early annual peak influenza activity with el niño southern oscillation in japan. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 2(4):127–130. Online: <https://n9.cl/m9thg>.

Enlace alternativo

<https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/8576>
(html)



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476078743001>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Patricia Molleda, Glenda Velásquez Serra

**El Fenómeno del Niño y la prevalencia de enfermedades
infecciosas: revisión**

ENSO and the prevalence of infectious diseases: review

La Granja. Revista de Ciencias de la Vida

vol. 40, núm. 2, p. 9 - 36, 2024

Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

sserranov@ups.edu.ec

ISSN: 1390-3799 / **ISSN-E:** 1390-8596

DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n40.2024.01>

2024. Universidad Politécnica Salesiana



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**