

## ARTÍCULOS ORIGINALES

### REVISTA ARGENTINA DE SALUD PÚBLICA

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 de abril de 2021

FECHA DE ACEPTACIÓN: 3 de septiembre  
de 2021

FECHA DE PUBLICACIÓN: 7 de diciembre  
de 2021

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: Beca  
"Abraam Sonis", otorgada por la Dirección de  
Investigación para la Salud, ex Secretaría de  
Gobierno de Salud de la Nación, Argentina.

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA:  
barrenecheagg@gmail.com

Registro Nacional de Investigaciones en  
Salud N°: ISO01657

## ASOCIACIÓN ENTRE INCIDENCIA DE VARICELA Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA, 2005-2019

### *Association between varicella incidence and climate variability in Tucumán province, Argentina, 2005-2019*

\* Guillermo Gabriel Barrenechea<sup>1</sup>. MSc. en Epidemiología, Mag. en Salud Pública.  
Rosanna Elena Chahla<sup>1,2</sup>. Dra. en Medicina.  
María Peral<sup>1</sup>. Dra. en Biología.  
Rocío Sánchez<sup>2,3</sup>. Dra. en Biología.  
Leonardo Soares Bastos<sup>4</sup>. PhD en Estadística.

<sup>1</sup> Ministerio de Salud Pública de Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

<sup>4</sup> Fundación Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil.

**RESUMEN.** INTRODUCCIÓN: La varicela es una enfermedad inmunoprevenible con marcada estacionalidad. Pocos estudios incorporan variables climáticas para entender sus características epidemiológicas. El objetivo fue evaluar la relación entre la incidencia de varicela con variables climáticas en Tucumán (una provincia con clima templado subtropical) durante 2005-2019. MÉTODOS: Se analizó la relación en los períodos previo y posterior a la vacuna (2005-2014 y 2015-2019, respectivamente), identificando las variables climáticas asociadas y el punto de corte en donde aumentó el riesgo de transmisión. Se trató de un estudio observacional de tipo ecológico con fuentes de datos secundarias. Se utilizó el software R. La información se segmentó en tres series de tiempo: 2005-2009; 2010-2014 y 2015-2019. Para cada período, se realizó una descripción de la serie y se construyeron modelos aditivos generalizados (GAM) con distribución binomial negativa. RESULTADOS: Se encontró un comportamiento estacional con pico máximo de incidencia durante la primavera en todos los períodos. En el período posvacuna, el pico se registró más tarde (semana epidemiológica [SE] 46) que en los períodos prevacuna (SE 43 y 42). La temperatura máxima y la humedad relativa se asociaron durante los dos primeros períodos, mientras que la temperatura mínima, el viento y la amplitud térmica se asociaron en el tercero. DISCUSIÓN: El trabajo permitió establecer la relación existente entre variables climáticas y varicela en Tucumán.

**PALABRAS CLAVE:** Varicela; Clima; Epidemiología; Estudio de Series Temporales; Argentina

**ABSTRACT.** INTRODUCTION: *Varicella is a vaccine-preventable disease with marked seasonality. Few studies incorporate climatic variables to understand the epidemiological characteristics of this disease. The aim was to evaluate the relationship between varicella incidence and climatic variables in Tucumán (a province with temperate subtropical climate) during 2005-2019. METHODS: The relationship in pre- (2005-2014) and post-vaccination (2015-2019) periods was analyzed, identifying the associated climatic variables and the cut-off point where the risk of transmission increased. An observational ecological study was carried out with secondary data sources. R software was used. The information was split into three time series: 2005-2009, 2010-2014 and 2015-2019. For each period, a description of the time series was performed and generalized additive models (GAMs) were built using a negative binomial distribution. RESULTS: A seasonal behavior was observed, with peak incidence during spring in all periods. In the post-vaccination period, the peak occurred later (epidemiological week [EW] 46) than in the pre-vaccination periods (EW 43 and 42). Maximum temperature and relative humidity were associated during the first two periods, while minimum temperature, wind and thermal amplitude were associated in the third one. DISCUSSION: This study helped establish the relationship between climatic variables and varicella in Tucumán.*

**KEY WORDS:** *Varicella; Climate; Epidemiology; Time Series Study; Argentina*

## INTRODUCCIÓN

La varicela es causada por un herpes virus denominado varicela zóster (VZV). Se caracteriza por fiebre, erupción vesicular generalizada, picazón y agotamiento en niños. En adultos y en individuos inmunodeprimidos, la severidad de la enfermedad puede ser mayor<sup>1</sup>. La varicela tiene distribución mundial, y se reporta una tasa de incidencia de 270 por 100 000 habitantes, con una tasa de hospitalización de 3,5 por 100 000 habitantes para América Latina. En países con clima templado, es casi exclusivamente una enfermedad infantil, con el 90% de los casos en niños de 0-5 años<sup>2-4</sup>. En regiones con climas tropicales, la edad promedio de infección es superior, con una mayor susceptibilidad en adolescentes y adultos de 20-29 años<sup>5,6</sup>. Las tasas de exposición varían según se trate de zonas templadas, tropicales o subtropicales<sup>7,8</sup>. Estas diferencias se asocian a factores intrínsecos vinculados al virus y al hospedador, pero también a factores extrínsecos como el clima<sup>6,9</sup>. El patrón epidemiológico típico de varicela en climas templados es estacional, con un incremento de casos notificados en invierno y primavera<sup>3,6,10,11</sup>, mientras que en los climas tropicales los picos de mayor incidencia ocurren durante el período de mínimas temperaturas y máxima humedad<sup>12</sup>. Dentro de un mismo país, la incidencia de varicela puede variar debido a las diferentes condiciones climáticas. Un estudio realizado en Méjico evidenció que el incremento de la temperatura y el número de días con altas temperaturas tenía una relación directa con la transmisión del virus<sup>12</sup>. Según una investigación efectuada en Tailandia, los valores extremos de temperatura mínima, principalmente en regiones con mayor altitud, fueron el factor que más contribuyó al incremento en la seroprevalencia de varicela<sup>5</sup>. Por otro lado, un estudio realizado con los inmigrantes que habían arribado a Canadá desde distintas regiones del mundo mostró al clima como el predictor más fuerte de susceptibilidad, con un 14,1% en inmigrantes provenientes de climas de selva tropical contra un 2,5% en aquellos que llegaban desde climas fríos, polares o áridos<sup>13</sup>.

En regiones templadas del hemisferio sur existen pocos estudios sobre la epidemiología de la varicela y su asociación con las condiciones climáticas. Si se tiene en cuenta que las condiciones climáticas están cambiando y cambiarán considerablemente en el futuro debido a factores inherentes a la era del Antropoceno (crecimiento de la población, concentración en áreas urbanas con expansiones no planificadas y aumento sin precedentes en el movimiento de personas a través de las fronteras), comprender el vínculo entre ellas y la transmisión de VZV es vital para diseñar estrategias de prevención de salud pública basadas en la evidencia. Argentina ofrece una oportunidad para explorar el papel de los factores ambientales en la transmisión de varicela, ya que se dispone de información sobre su incidencia y datos meteorológicos confiables a través del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

En 2015, el Ministerio de Salud de la Nación incorporó

al Programa Nacional de Control de Enfermedades Inmunoprevenibles la vacunación contra varicela en niños de 15 meses de edad, con carácter gratuito y obligatorio<sup>14</sup>. Previo a la implementación de la vacuna, según datos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino, SISA), en Argentina se notificaba un promedio de 146 130 casos de varicela por año. Con una cobertura promedio de vacunación del 77,5%, la carga de varicela por año en el país descendió un 12%, con un registro de 96 081 casos en 2016 y 80 152 en 2017<sup>10,11,15</sup>.

En Argentina, la varicela es una enfermedad de notificación obligatoria, es decir, en cada provincia hay nodos de notificación que se distribuyen homogéneamente. Más allá de esto, se estima que ocurren más de 400 000 casos nuevos por año<sup>10,11</sup>. Pese a la obligatoriedad de la notificación, existe subregistro; un número de casos no se reportan, ya sea porque los pacientes no concurren o no tienen acceso al sistema de salud, o bien porque son asistidos en consultorios privados que no reportan en forma metódica al sistema de vigilancia ante casos, especialmente, de manejo ambulatorio. Este subregistro genera desconocimiento sobre el real impacto que conlleva la carga de enfermedad por varicela en Argentina en cuanto a consultas ambulatorias, tasas de hospitalización (TH) y complicaciones.

Argentina es un país con una enorme variabilidad climática. Por tal motivo, el enfoque a escala provincial representa de manera más precisa los patrones epidemiológicos de varicela y su relación con factores climáticos. Este estudio se propuso trabajar el período 2005-2019 en Tucumán, provincia referente del noroeste de Argentina (NOA). Durante la era prevacuna (2005-2014) se registraron allí en promedio 6400 casos por año (3,88 por 1000 habitantes), y luego de la implementación de la vacuna (2015-2019) el promedio disminuyó a 4700 casos por año (2,90 por 1000 habitantes)<sup>11</sup>. Hay que tener en cuenta que la cobertura promedio de vacunación durante 2016-2019 fue mayor (87,5%) en comparación con la cobertura a nivel nacional (77,5%)<sup>15</sup>. El objetivo de este estudio fue: determinar el intervalo de tiempo entre la semana epidemiológica (SE) en donde aumenta el riesgo de transmisión y la SE promedio donde se alcanza la máxima incidencia de varicela; analizar la relación entre variables climáticas y el comportamiento de varicela en períodos pre y posvacuna; e identificar variables climáticas asociadas y su correspondiente punto de corte a partir del cual aumenta el riesgo de transmisión de varicela en cada período.

## MÉTODOS

El ámbito de estudio fue Tucumán. Ubicada en la región NOA y con un total de 1 489 225 habitantes, es la provincia con mayor densidad poblacional bruta del país (64,3 habitantes por km<sup>2</sup>), con una superficie de 22 524 km<sup>2</sup> (ver Figuras 1a y 1b). Su territorio está dividido en 17 departamentos, y el de Capital contiene aproximadamente

el 40% de la población total. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), el 30% pertenece al grupo de 0 a 14 años, lo que revela un perfil poblacional relativamente joven<sup>16</sup>.

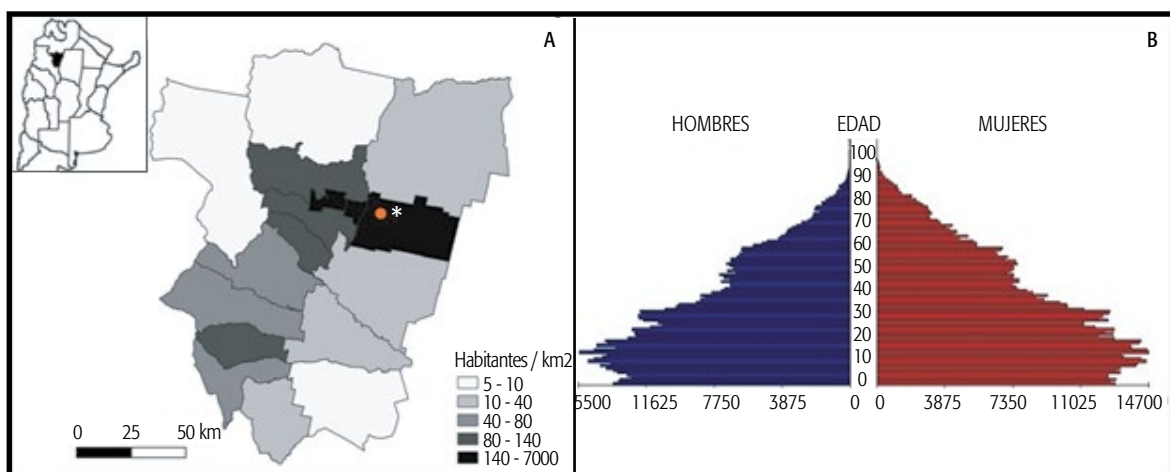
En términos biogeográficos, Tucumán es parte de un vasto sistema conocido como bosques andinos yungueños, los cuales se extienden en América del Sur a lo largo de los Andes, desde Venezuela hasta Argentina<sup>17</sup>. El clima es subtropical con estación seca en otoño e invierno y una estación húmeda concentrada principalmente en los meses de verano. Durante el período de estudio (2005-2019), en promedio, hubo una temperatura máxima anual de 26,4 °C, una mínima anual de 14,7 °C, una humedad relativa del 69,2% y una precipitación de 957,6 mm. (Figuras 1a y 1b)

Se realizó un estudio observacional de tipo ecológico utilizando fuentes de datos secundarias. Los casos de varicela son eventos notificados al SISA del Ministerio de Salud de la Nación<sup>18</sup>. En cada provincia existen nodos de notificación, que se distribuyen homogéneamente. Los médicos de cada hospital y Centro de Atención Primaria atienden a los pacientes y registran las patologías por las cuales consultan. Estas instituciones funcionan como nodos de notificación de los casos de varicela, que son eventos de denuncia obligatoria. La mayoría de los casos se diagnostican clínicamente y, ante esta enfermedad en particular, se reportan de manera agrupada (por edad y sexo) por SE, que es la forma en que se dividen los 365 días del año y es muy usada en las actividades de vigilancia epidemiológica, ya que permite estandarizar y comparar eventos en distintas jurisdicciones o en una misma jurisdicción a través del tiempo. Luego la información cargada por cada uno de los nodos se centraliza a nivel nacional. A su vez, la información de variables climáticas fue suministrada por el SMN<sup>19</sup>, se obtuvo en un formato diario y se resumió al formato temporal de SE efectuando un promedio de cada variable climática para cada SE por año. La construcción

de tasas se realizó con datos del Censo Nacional 2001, 2010 y sus proyecciones poblacionales<sup>16</sup>.

En lo que respecta al análisis de los datos, la información se segmentó en tres series de tiempo: 2005-2009, 2010-2014 y 2015-2019. Cada período comprende cinco años, tal como se construye el corredor epidemiológico. Como se mencionó anteriormente, en 2015 se incorporó la vacuna contra la varicela en Argentina. En este contexto, el análisis por período apuntó a evaluar si la relación entre varicela y clima se mantenía constante en el tiempo o si variaba entre los períodos pre y posvacuna. Para analizar dicha relación, se trabajó con siete variables climáticas: temperatura máxima, temperatura promedio, temperatura mínima, amplitud térmica, humedad relativa, viento y precipitación. El intervalo de tiempo se definió como la diferencia entre la SE en la cual se incrementa el riesgo de transmisión y el promedio de SE donde se da el máximo de incidencia en cada uno de los períodos estudiados. Para establecer de forma analítica cuál es la SE en la cual se produce el incremento de riesgo de transmisión de varicela, se generó un modelo aditivo generalizado (GAM, por sus siglas en inglés) teniendo en cuenta sólo el comportamiento del evento. De esta manera, la función describe su comportamiento y permite determinar el punto a partir del cual el riesgo es significativo, es decir, la SE y su respectivo intervalo de confianza. Para el segundo objetivo planteado, en cada uno de los períodos seleccionados se verificó la asociación entre varicela y variables climáticas a través de la construcción de GAM. Para construir el modelo final, se seleccionaron aquellas variables que tenían una asociación estadísticamente significativa con el evento. Una vez seleccionadas las variables climáticas que presentaban asociación con el evento, se procedió a establecer el punto de corte a partir del cual el riesgo de transmisión aumentaba. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete "mgcv" del software R, necesario para el análisis de series temporales y confección de GAM<sup>20,21</sup>.

FIGURA 1. a) Densidad poblacional por departamentos y 1b) Pirámide poblacional, Provincia de Tucumán, Argentina.



\* El punto naranja indica la ubicación de la estación meteorológica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010.

El presente estudio utilizó datos no vinculables (no es posible establecer la identidad de las personas), empleó registros sanitarios oficialmente reconocidos por las autoridades pertinentes y contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación en Salud del Ministerio de Salud Pública de Tucumán. Se respetó en todo momento la confidencialidad según la Ley Nacional N° 25326 de Protección de Datos Personales.

## RESULTADOS

Durante todo el período de estudio (2005-2019), Tucumán registró 88 564 casos de varicela. El promedio anual fue de 5904,3 casos, con una tasa de incidencia de 7,45 casos/100 000 habitante. Por período analizado, la tasa de incidencia promedio anual disminuyó de 8,69 en 2005-2009 a 5,66 en 2015-2019).

La Figura 2 muestra el comportamiento de la varicela en cada uno de los tres períodos por SE. Se observa una serie de tiempo con estacionalidad, bimodal en los tres períodos, con un pico máximo de incidencia en primavera (SE 43, 42 y 46, respectivamente). En la Tabla 1 se observa la SE en donde se dio el incremento de riesgo de transmisión de varicela, la SE que presentó el pico de

máxima incidencia y la ventana temporal entre ambas. (Tabla 1) (Figura 2)

Las series temporales por SE de las variables climáticas resultaron similares en los tres períodos de estudio (ver Figura 3). Los valores más altos de temperatura máxima ocurrieron principalmente durante noviembre, diciembre,

**TABLA 1.** Detalle de las semanas epidemiológicas (SE) en las cuales se incrementa el riesgo de transmisión de varicela, la SE promedio en la cual ocurre el máximo de incidencia y el intervalo de tiempo entre ambas.

Variables climáticas	2005-2009	2010-2014	2015-2019
Temperatura máxima (°C)	<24,8 (23,1-25,6)	<23,7 (21,0-25,2)	Sin asociación
Temperatura mínima (°C)	Sin asociación	Sin asociación	<15,9 (15,3-18,4)
Humedad relativa (%)	<70,3 (69,4-72,4)	<70,9 (70,0-72,0)	Sin asociación
Precipitaciones (mm)	Sin asociación	Sin asociación	Sin asociación
Viento (km/h)	Sin asociación	Sin asociación	>9,1 (8,5-9,6)
Diferencia de temperatura (°C)	Sin asociación	Sin asociación	<11,3 (10,3-11,8)

**FIGURA 2.** Diagrama de caja de incidencia de varicela por 100 000 habitantes en Tucumán para cada período estudiado: 2005-2009 (a), 2010-2014 (b) y 2015-2019 (c).

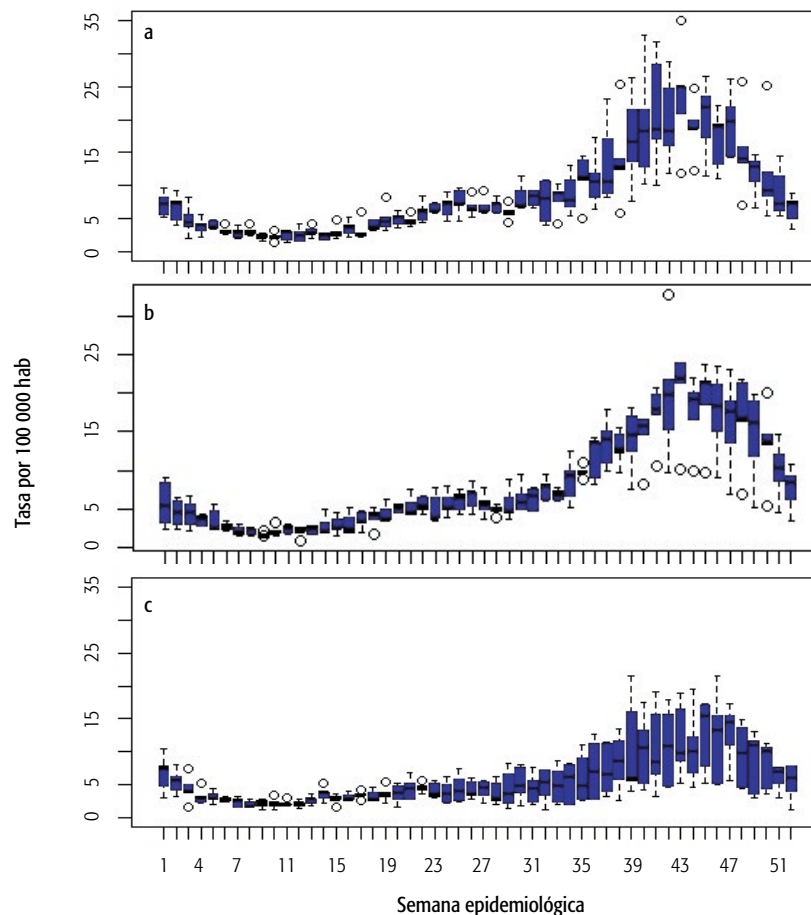
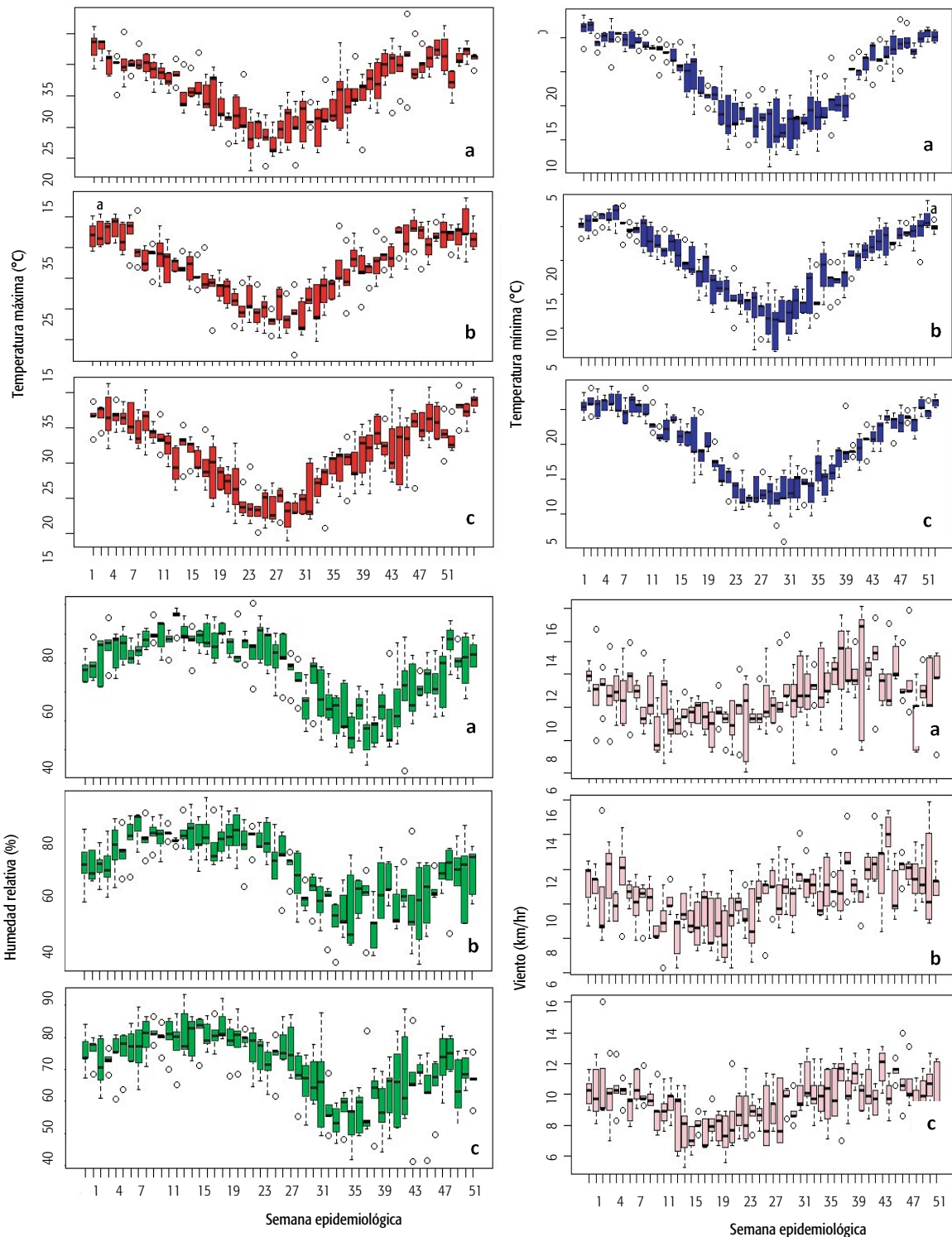




FIGURA 3. Diagrama de caja de temperatura máxima y mínima (°C), humedad relativa (%) y viento (km/h) para Tucumán durante los períodos 2005-2009 (a), 2010-2014 (b) y 2015-2019 (c).



enero y febrero, en coincidencia con los meses más lluviosos. Las temperaturas más frías se dieron en los meses invernales de julio y agosto. Las SE con mayor humedad relativa pertenecieron a los meses otoñales de abril, mayo y junio. (Figura 3)

Las variables climáticas asociadas con la incidencia de varicela se describen en la Tabla 2. La precipitación fue

la única variable que no estuvo relacionada con el virus en ninguno de los períodos analizados. La temperatura máxima y la humedad relativa se asociaron de manera significativa con el evento en los períodos prevacuna (2005-2009 y 2010-2014). El riesgo de transmisión de varicela aumentó cuando las temperaturas máximas promedio fueron menores a 24,8 y 21,1 °C, y cuando la

**TABLA 2.** Puntos de corte de las variables climáticas asociadas con el comportamiento de varicela en Tucumán, Argentina, 2005-2009; 2010-2014; 2015-2019.

VARIABLES CLIMÁTICAS	2005-2009	2010-2014	2015-2019
Temperatura máxima (°C)	<24,8 (23,1-25,6)	<23,7 (21,0-25,2)	Sin asociación
Temperatura mínima (°C)	Sin asociación	Sin asociación	<15,9 (15,3-18,4)
Humedad relativa (%)	<70,3 (69,4-72,4)	<70,9 (70,0-72,0)	Sin asociación
Precipitaciones (mm)	Sin asociación	Sin asociación	Sin asociación
Viento (km/h)	Sin asociación	Sin asociación	>9,1 (8,5-9,6)
Diferencia de temperatura (°C)	Sin asociación	Sin asociación	<11,3 (10,3-11,8)

humedad relativa promedio fue menor a 70 y 71%, en el primer y segundo período, respectivamente. En el tercer período, la temperatura mínima, la velocidad del viento y la amplitud de temperatura diaria se asociaron significativamente con el comportamiento de varicela. Los puntos de corte indican que el riesgo de transmisión aumentó cuando la temperatura mínima promedio fue menor a 15 °C, la velocidad del viento mayor a 10 km/h y la amplitud térmica diaria no superó los 11 °C. (Tabla 2)

## DISCUSIÓN

El presente trabajo describe la relación entre el comportamiento de varicela y el clima en Tucumán en períodos pre y posvacuna. De esta manera se convierte en el primer estudio en Argentina que utiliza un manejo integral de la información de vigilancia epidemiológica con fuentes de datos del SMN. El comportamiento estacional con un pico máximo de incidencia durante la primavera fue constante. Sin embargo, el pico de incidencia máxima en el período posvacuna (2015-2019) se registró más tarde (SE 46) que los picos en los períodos prevacuna (SE 43 y 42, respectivamente). El incremento en el riesgo de transmisión de varicela también se registró de cuatro a seis semanas más tarde que en los períodos previos.

Las variables climáticas asociadas con el comportamiento del evento se diferenciaron entre los períodos pre y posvacuna. La temperatura máxima y la humedad relativa se asociaron durante los dos primeros períodos, mientras que la temperatura mínima, el viento y la amplitud térmica lo hicieron con la dinámica de la varicela en el tercero. El comportamiento estacional coincide con otros estudios realizados en climas templados<sup>3,4,22</sup>. Según la hipótesis planteada por Rice<sup>23</sup>, la estacionalidad observada en zonas templadas podría deberse a los niveles más altos de radiación ultravioleta (UV), que estarían provocando una inmunosupresión del virus. Todo indica que en los trópicos la varicela no tiene dicha estacionalidad porque la radiación UV es más constante (a diferencia de las zonas templadas,

donde la magnitud de la radiación varía según la estación del año)<sup>23</sup>. En un trabajo realizado en Japón<sup>24</sup>, se observó una fuerte asociación entre la incidencia de varicela y la estacionalidad, aun cuando se incorporó la temperatura como covariable en el modelo. Esta fuerte asociación se mantuvo incluso después de la implementación de la vacuna. En Tucumán, la incidencia de varicela experimenta picos de incidencia cuando el clima es cálido y seco. En tal contexto, el pico máximo reportado durante la primavera puede estar asociado a ese clima; aunque en este caso no fue medido, podría asociarse con el número de días soleados, ya que las precipitaciones se concentran durante la estación estival. Según otros trabajos, determinados factores como la contaminación atmosférica podrían estar disminuyendo la radiación<sup>25</sup> y, con ello, la inactivación del virus. Estudios efectuados en Sri Lanka y en el sur de la India<sup>26</sup> han demostrado que un aumento de la contaminación del aire durante la estación seca reduce significativamente el nivel de radiación UV en el ambiente y, a medida que llega el monzón, las partículas atmosféricas y los contaminantes se eliminan, aumentando la radiación UV que inactiva el virus de forma más eficaz.

Esta investigación efectuada en Tucumán detectó que las variables climáticas asociadas con el riesgo de tener varicela variaron entre los períodos pre y posvacuna. Según estudios previos realizados en la provincia, la vacunación disminuyó la incidencia en la población en un 26,14% luego de su implementación en 2015<sup>10,11</sup>. La temperatura no se asoció con un mayor riesgo de tener el virus y con la incidencia de varicela en el período posvacuna, pero sí en los dos períodos anteriores. Otros estudios dirigidos a comparar la asociación entre incidencia y factores climáticos pre y posvacuna evidenciaron una atenuación del efecto de la temperatura asociada a la vacunación<sup>24</sup>. Un factor adicional que ha demostrado ser importante, y que varía según la estación y la dinámica de cada comunidad, es la densidad poblacional<sup>27</sup>. La varicela es más común en conglomerados urbanos que en zonas rurales de áreas geográficas adyacentes<sup>28,29</sup>. Si bien este trabajo no considera la densidad poblacional, ya que solo estudia la asociación de la varicela con variables climáticas, no hay que descartarla porque Tucumán es la provincia con mayor densidad bruta de Argentina (64,3 habitantes/km<sup>2</sup>). En este contexto, las variaciones en las condiciones climáticas, la estructura poblacional y la dinámica que caracteriza al Gran San Miguel de Tucumán, donde se nuclea el 60% de la población, pueden generar diferencias en la exposición a enfermedades infecciosas como la varicela.

## RELEVANCIA PARA POLÍTICAS E INTERVENCIONES SANITARIAS

Uno de los retos para el control de enfermedades consiste en comprender y predecir su distribución en tiempo y espacio para que, mediante los programas correspondientes, se apliquen las medidas adecuadas, capaces de anticipar y prevenir epidemias. Para lograr estos objetivos, las instancias

decisorias a todos los niveles necesitan tener acceso a la información más pertinente y fiable sobre las diferentes relaciones entre el clima y la salud. La Organización Mundial de la Salud y la Organización Meteorológica Mundial están trabajando juntas con un enfoque práctico e innovador para mejorar la capacidad de adaptación al clima por parte de los sistemas de salud. Para ello, es necesario realizar investigaciones sobre la relación entre el clima y la salud. En tal contexto, este trabajo ofrece evidencia que demuestra la asociación entre factores climáticos (como temperatura máxima y mínima, humedad relativa, viento

y amplitud térmica) y el comportamiento de la varicela en períodos pre y posvacunales en Tucumán. Representa el primer estudio en Argentina que utiliza un manejo integral de la información de vigilancia epidemiológica con datos del SMN. En futuros trabajos será importante evaluar la relación entre varicela y factores climáticos teniendo en cuenta la gran variabilidad climática dentro del país y también las variaciones de la cobertura de vacunación.

#### AGRADECIMIENTOS

Al SMN, por su colaboración y asesoramiento.

**DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES:** No hubo conflicto de intereses durante la realización del estudio.

**Cómo citar este artículo:** Barrenechea GG, Chahla RE, Peral M, Sánchez R, Soares Bastos L. Asociación entre incidencia de varicela y variabilidad climática en la provincia de Tucumán, Argentina, 2005-2019. *Rev Argent Salud Pública*. 2021;13:e62. Publicación electrónica 7 de Dic de 2021.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Freer G, Pistello M. Varicella-zoster virus infection: Natural history, clinical manifestations, immunity and current and future vaccination strategies. *New Microbiol* [Internet]. 2018 [citado 17 Sep 2021];41(2):95-105. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29498740/>
- de Melker H, Berbers G, Hahne S, Rumke H, van den Hof S, de Wit A, et al. The epidemiology of varicella and herpes zoster in The Netherlands: Implications for varicella zoster virus vaccination. *Vaccine* [Internet]. 2006 [citado 17 Sep 2021];24(18):3946-3952. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16564115/>
- Pena-Rey I, Martínez de Aragon MV, Villaverde Hueso A, Terres Arellano M, Alcalde Cabero E, Suarez Rodríguez B. Epidemiology of Varicella in Spain pre- and post-vaccination periods. *Rev Esp Salud Publica* [Internet]. 2009 [citado 17 Sep 2021];83(5):711-724. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20111819/>
- Widgren K, Giesecke J, Lindquist L, Tegnell A. The burden of chickenpox disease in Sweden. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2016 [citado 17 Sep 2021];16(1):1-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12879-016-1957-5>
- Lolekha S, Tanthiphabha W, Sornchai P, Kosuwan P, Sutra S, Warachit B, et al. Effect of climatic factors and population density on varicella zoster virus epidemiology within a tropical country. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2001 [citado 17 Sep 2021];64(3-4):131-136. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11442207/>
- Daulagala SWPL, Noordeen F. Epidemiology and factors influencing varicella infections in tropical countries including Sri Lanka. *VirusDisease* [Internet]. 2018 [citado 17 Sep 2021];29(3):277-284. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13337-018-0459-z>
- Dias Reis A, Pannuti CS, Fick de Souza VAU. Prevalence of varicella-zoster virus antibodies in young adults from different Brazilian climatic regions. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 2003 [citado 17 Sep 2021];36(3):317-320. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12908030/>
- Masuet-Aumatell C, Ramon-Torrell JM, Casanova-Rituerto A, Banque-Navarro M, Davalos-Gamboa MD, Montano-Rodríguez SL. Seroprevalence of varicella-zoster virus infection in children from Cochabamba: Tropical or temperate pattern? *Trop Med Int Health* [Internet]. 2013 [citado 17 Sep 2021];18(3):296-302. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23279637/>
- Chan JYC, Lin HL, Tian LW. Meteorological factors and El Niño Southern Oscillation are associated with paediatric varicella infections in Hong Kong, 2004-2010. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2014 [citado 17 Sep 2021];142(7):1384-1392. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24074377/>
- Barrenechea GG, Bastos LS. Evaluation of impact of one dose varicella vaccine on the incidence of chickenpox in Argentina. *Vaccine* [Internet]. 2020 [citado 17 Sep 2021];38(2):330-335. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.10.003>
- Barrenechea GG, Chahla RE, Peral M, Soares Bastos L. Análisis por series temporales de la incidencia de varicela y el impacto de la implementación de la vacuna en Tucumán. *Rev Argent Salud Publica* [Internet]. 2020 [citado 21 Sep 2021];12:e7. Disponible en: <https://rasp.msal.gov.ar/rasp/articulos/vol12/AO-BarrenecheaE7.pdf>
- Vergara-Castaneda A, Escobar-Gutierrez A, Ruiz-Tovar K, Sotelo J, Ordonez G, Cruz-Rivera MY, et al. Epidemiology of varicella in Mexico. *J Clin Virol* [Internet]. 2012 [citado 21 Sep 2021];55(1):51-57. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22750018/>
- Greenaway C, Boivin JF, Cnossen S, Rossi C, Tapiero B, Schwartzman K, et al. Risk factors for susceptibility to varicella in newly arrived adult migrants in Canada. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2014 [citado 21 Sep 2021];142(8):1695-1707. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24176291/>
- Ministerio de Salud de la Nación. Programa Nacional de Control de Enfermedades Inmunoprevenibles. Incorporación. Resolución 1029/2014 [Internet]. Buenos Aires: MSAL; 2014 [citado 12 Nov 2021]. Disponible en: [http://osuthgra.org.ar/PMO/RES1029\\_2014.pdf](http://osuthgra.org.ar/PMO/RES1029_2014.pdf)
- Ministerio de Salud de la Nación. Dirección de Control de Enfermedades Inmunoprevenibles. Coberturas de Vacunación por Jurisdicción. Calendario Nacional de Vacunación 2009-2017 [Internet]. Buenos Aires: MSAL; 2017 [citado 12 Nov 2021]. Disponible en: [https://dtepidemiologia.files.wordpress.com/2019/03/0000001120cnt-2018\\_coberturas-vacunacion-por-jurisdiccion-2009-2017.pdf](https://dtepidemiologia.files.wordpress.com/2019/03/0000001120cnt-2018_coberturas-vacunacion-por-jurisdiccion-2009-2017.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010: Censo del Bicentenario [Internet]. Buenos Aires: INDEC; 2012 [citado 21 Sep 2021]. Disponible en: [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010\\_tomo1.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf)
- Brown A, Kappelle M. Introducción a los bosques nublados neotropicales. En: Kappelle M, Brown A, editores. *Bosques Nublados de Latinoamérica*. Santo Domingo de Heredia: Editorial INBio; 2001. p. 25-40.
- Ministerio de Salud de la Nación. Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino [Internet]. Buenos Aires: MSAL; 2021 [citado 21 Sep 2021]. Disponible en: <https://sisa.msal.gov.ar/sisa/>
- Servicio Meteorológico Nacional [Internet]. Buenos Aires: SMN; 2021 [citado 21 Sep 2021]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/smn>
- The R Project for Statistical Computing [Internet]. Viena: The R Foundation; 2017 [citado 21 Sep 2021]. Disponible en: <https://www.r-project.org/>
- Stasinopoulos DM, Rigby RA. Generalized additive models for location

scale and shape (GAMLSS) in R. *J Stat Softw* [Internet]. 2007 [citado 21 Sep 2021];23(7):1-46. Disponible en: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v023i07>

<sup>22</sup> Brisson M, Edmunds WJ, Law B, Gay NJ, Walld R, Brownell M, et al. Epidemiology of varicella zoster virus infection in Canada and the United Kingdom. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2001 [citado 21 Sep 2021];127(2):305-314. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11693508/>

<sup>23</sup> Rice PS. Ultra-violet radiation is responsible for the differences in global epidemiology of chickenpox and the evolution of varicella-zoster virus as man migrated out of Africa. *Virology* [Internet]. 2011 [citado 21 Sep 2021];8:1-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21513563/>

<sup>24</sup> Wu PY, Wu HDI, Chou TC, Sung FC. Varicella vaccination alters the chronological trends of herpes zoster and varicella. *PLoS One* [Internet]. 2013 [citado 21 Sep 2021];8(10):1-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24204928/>

<sup>25</sup> Mims F. Significant reduction of UVB caused by smoke from biomass burning in Brazil. *Photochem Photobiol* [Internet]. 1996 [citado 21 Sep 2021];64(5):814-816. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8931379/>

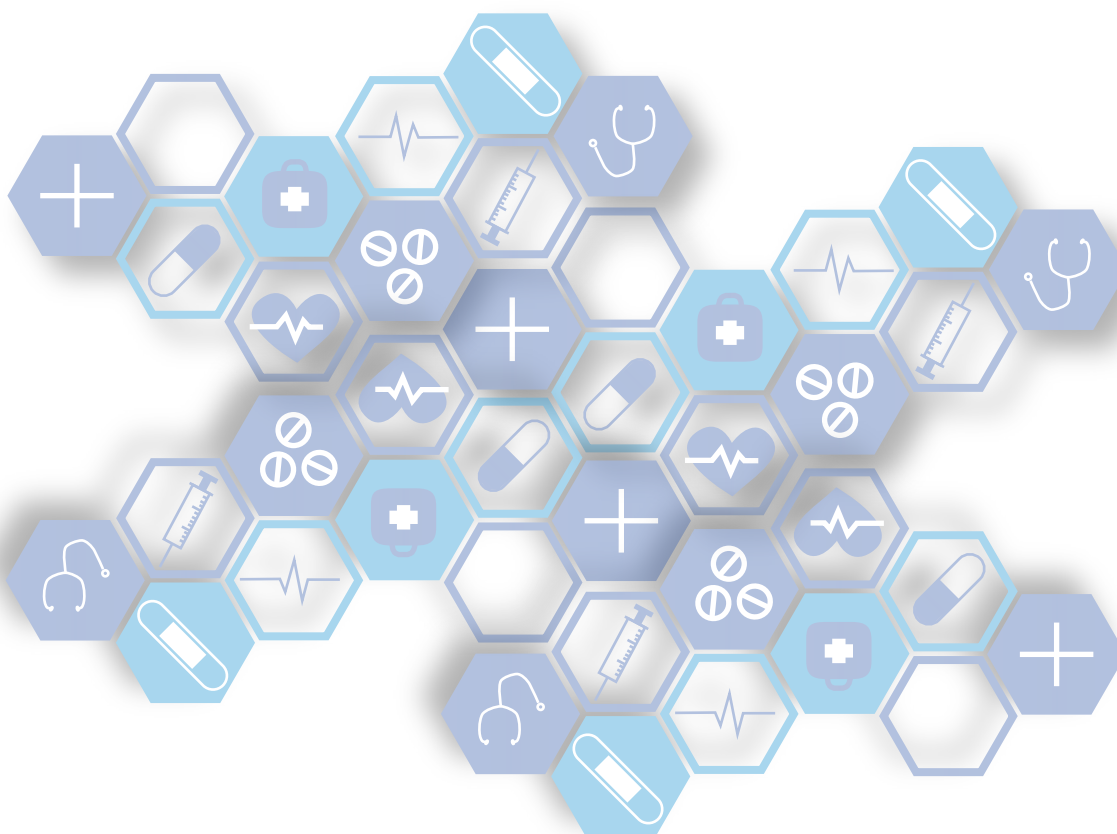
<sup>26</sup> Lelieveld J, Crutzen PJ, Ramanathan V, Andreae MO, Brenninkmeijer

CAM, Campos T, et al. The Indian Ocean Experiment: Widespread air pollution from South and Southeast Asia. *Science* [Internet]. 2001 [citado 21 Sep 2021];291(5506):1031-1036. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11161214/>

<sup>27</sup> Arlant LHF, Garcia MCP, Avila Aguero ML, Cashat M, Parellada CI, Wolfson LJ. Burden of varicella in Latin America and the Caribbean: Findings from a systematic literature review. *BMC Public Health* [Internet]. 2019 [citado 21 Sep 2021];19(1):1-18. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31068173/>

<sup>28</sup> Bartoloni A, Bartalesi F, Roselli M, Mantella A, Dini F, Carballo ES, et al. Sero-prevalence of varicella zoster and rubella antibodies among rural populations of the Chaco region, south-eastern Bolivia. *Trop Med Int Health* [Internet]. 2002 [citado 21 Sep 2021];7(6):512-517. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12031073/>

<sup>29</sup> Raza N, Tariq WUZ, Zaidi SK. Onset of adult varicella in relation to rural or urban origin and its complications. *J Coll Physicians Surg Pak* [Internet]. 2008 [citado 21 Sep 2021];18(2):95-97. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18454894/>



Esta obra está bajo una licencia de *Creative Commons* Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Reconocimiento – Permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra. A cambio se debe reconocer y citar al autor original. No comercial – esta obra no puede ser utilizada con finalidades comerciales, a menos que se obtenga el permiso.