

ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA INCIDENCIA DE DENGUE EN RELACIÓN A INDICADORES CLIMÁTICOS Y AMBIENTALES MEDIANTE CONJUNTO DE DATOS ESPACIALES EN EL NORESTE DE ARGENTINA

Blatter, Evelyn

Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático CEVARCAM - FICH – UNL

Directora: Dra. López, María Soledad

Codirectora: Dra. Walker, Elisabet

Área: Ciencias Biológicas

Palabras claves: Dengue, *Aedes aegypti*, Ambiente

INTRODUCCIÓN

El virus del dengue (DENV), transmitido por el mosquito *Aedes aegypti* como especie principal, ocurre principalmente en climas tropicales y subtropicales, pero en la última década se ha extendido a las regiones templadas de todo el mundo (Robert y col., 2019, 2020). La región del Noreste Argentino (NEA) ha experimentado un aumento en los casos de DENV y la circulación del virus desde 2009, siendo el brote reciente del año 2020, el más grande ocurrido en Argentina y la región hasta la fecha (López y col., 2021). En el presente trabajo se propone analizar la variación espacio-temporal de los casos de DENV en el NEA, abarcando las provincias de Santa fe (SF) y Entre Ríos (ER), a lo largo de más de una década en relación a indicadores climáticos y ambientales, mediante el análisis de conjuntos de datos geoespaciales. Estos datos serán útiles para ayudar a investigar las causas de la aparición del dengue en SF y ER y para desarrollar una mejor comprensión de los impactos de la emergencia en curso del DENV en las regiones templadas de todo el mundo.

OBJETIVOS

El Objetivo General del presente trabajo fue analizar la variación espacio-temporal de los casos de dengue (DENV) en el noreste argentino (NEA), a lo largo de más una década en relación a indicadores climáticos y ambientales, mediante el análisis de conjuntos de datos geoespaciales.

METODOLOGÍA

Se analizaron los casos de DENV autóctonos e importados, confirmados y probables de DENV durante el período enero de 2009 y junio de 2020 en las provincias de SF y ER. Se realizaron mapas anuales de incidencia de DENV con escalas provincial y departamental (número de casos por 10.000 habitantes). Se evaluó la variabilidad espacio-temporal de los casos autóctonos de DENV y se identificaron las áreas y períodos con la mayor incidencia de DENV. Se detectaron las ciudades con la mayor incidencia en los departamentos identificados. Los mapas fueron elaborados con el programa QGIS 2.14.

Se utilizaron indicadores climáticos y ambientales disponibles en Google Earth Engine (GEE) (Gorelick y col., 2017) con el fin de evaluar la influencia de diferentes indicadores climáticos y ambientales en la incidencia del DENV. Las variables utilizadas fueron: temperatura del aire (T), precipitación acumulada (PP), humedad relativa del aire y dos índices de vegetación (EVI y NDVI).

Título del Proyecto: ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA INCIDENCIA DE DENGUE EN
RELACIÓN A INDICADORES CLIMÁTICOS Y AMBIENTALES MEDIANTE CONJUNTO DE
DATOS ESPACIALES EN EL NORESTE DE ARGENTINA

Instrumento: Cientibeca

Año convocatoria: 2019

Organismo financiador: UNL

Directora: López, María Soledad

Para evaluar la incidencia de DENV en relación a los indicadores climáticos y ambientales se consideraron solamente los casos autóctonos y se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés) y un Árbol de Clasificación y Regresión (CART, por sus siglas en inglés) (Zelterman, 2015). Dichos análisis se realizaron con el programa Infostat/L (versión estudiantil). Los resultados obtenidos en el PCA fueron utilizados en el CART para clarificar la contribución de los indicadores climáticos y ambientales con los mayores valores en los autovectores. El PCA y CART se han utilizado previamente para la investigación de otras enfermedades infecciosas (López y col., 2019).

RESULTADOS

Incidencia de dengue

La provincia de SF reportó un total de 6454 casos de DENV entre enero de 2009 y junio de 2020, de los cuales 6209 fueron autóctonos y 245 importados, con una incidencia de 19.81 cada 10.000 personas, mientras que ER informó 963 casos de DENV, con 870 autóctonos y 93 importados con una incidencia de 7.6 cada 10.000 personas. Los brotes se presentaron desde enero a junio. En la Figura 1 se puede observar los brotes de DENV ocurridos en ambas provincias, donde los departamentos con la mayor incidencia en el período mencionado fueron General Obligado, Castellanos, San Cristóbal y San Martín para la provincia de SF, y Nogoyá, Gualeguaychú y Federación para la provincia de ER.

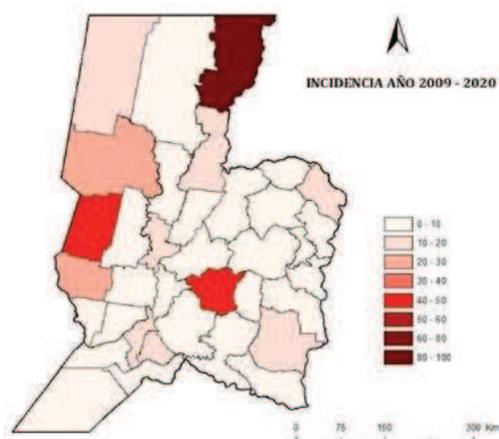


Figura 1: Mapa de incidencia de DENV en el período 2009-2020 para SF y ER.

Relación entre la incidencia de dengue y los indicadores climáticos y ambientales.

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados del PCA para los departamentos con brotes de las provincias de SF y ER. Los dos primeros componentes explican más de 80 % de la variabilidad de los indicadores climáticos y ambientales considerados para dichas provincias. La correlación cofenética fue mayor a 0.90 en ambas provincias. Las Figuras 2 y 3 muestran los CART entre la incidencia de DENV y los indicadores que mejor correlacionaron en el PCA para SF y ER. En SF las incidencias de DENV fueron altas (nodos 14 a 16) cuando se presentaron PP moderadas a altas (> 56.14 mm y > 74.84 mm). Las incidencias de DENV fueron bajas y moderadas (nodos 9 a 13, 17 y 18) con PP bajas a moderadas (≤ 74.84 mm) y altas (> 117.331 mm). La mayor incidencia (6.95) se presentó con PP ≤ 117 mm y T med ≤ 20.10 (nodo 15). Por consiguiente, PP de moderadas a altas estarían determinando las mayores incidencias en SF.

En ER las mayores incidencias de DENV (nodos 13, 14, 15, 17, 18) se presentaron con PP moderadas a altas (> 74.21 mm y > 104.029 mm) y T min-x moderadas a altas (> 21.307 °C). Las incidencias de DENV bajas a moderadas (nodos 10, 11, 12, 16, 19, 20) se presentaron con PP bajas a moderadas (≤ 47.87 mm), T min-x bajas a moderadas (< 21.307 °C) y T min-x altas (> 22.192 °C).

Respecto de la T med, las mismas no influirían en la incidencia de DENV, ya que valores bajos, moderados y altos determinaron incidencias bajas, moderadas y altas respectivamente para ambas provincias (nodo 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16 para SF) y (nodo 10, 11, 14, 15, 17, 18 para ER).

Tabla 1. Autovectores del PCA para los indicadores analizados en SF.

VARIABLES	CP1	CP2
T med	0,99	-0,09
T min-x	0,99	-0,04
T max-x	0,98	-0,14
T min	0,97	-0,19
T max	0,91	-0,30
He	0,72	0,51
PP	-0,05	0,86
NDVI	0,44	0,79
EVI	0,06	0,81

Correlación cofenética: 0.983

Tabla 2. Autovectores del PCA para los indicadores analizados en ER.

VARIABLES	CP1	CP2
T med	0,98	-0,15
T min-x	0,99	0,10
T max-x	0,93	-0,34
T min	0,97	-0,11
T max	0,74	-0,57
He	0,72	0,64
PP	0,56	0,76
NDVI	0,81	0,07
EVI	0,13	-0,39

Correlación cofenética: 0.956

Los autovectores indican la proporción de variabilidad explicada por cada componente. Fuente. Elaboración propia.

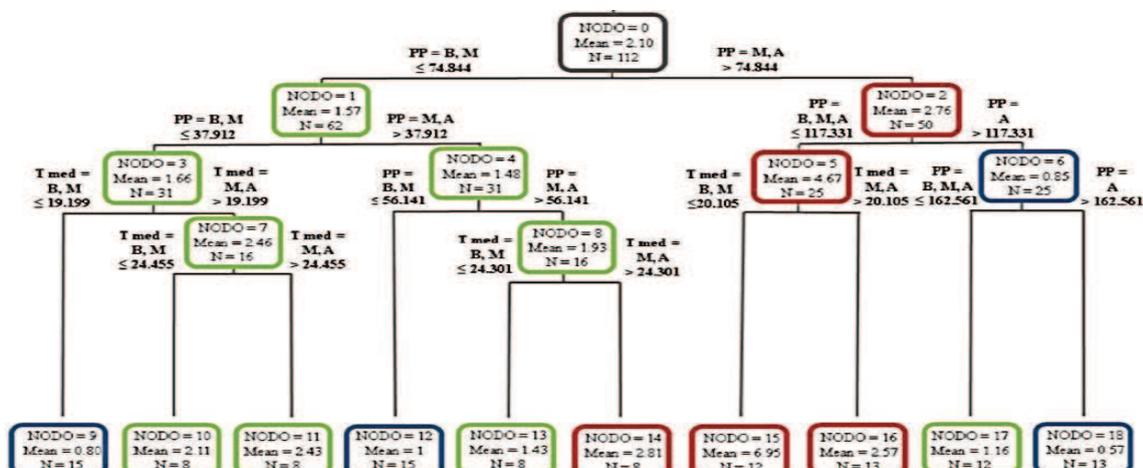


Figura 2. CART de la incidencia de casos de DENV en la provincia de SF y los indicadores más representativos. Los cuadros rojos indican las mayores incidencias, los verdes las medias y los azules las bajas. En el interior de los cuadros se muestra el número del nodo, el valor de incidencia media y en número de muestra. Las letras B (baja), M (media), A (alta), PP (precipitación), T med (temperatura media °C). Fuente. Elaboración propia.

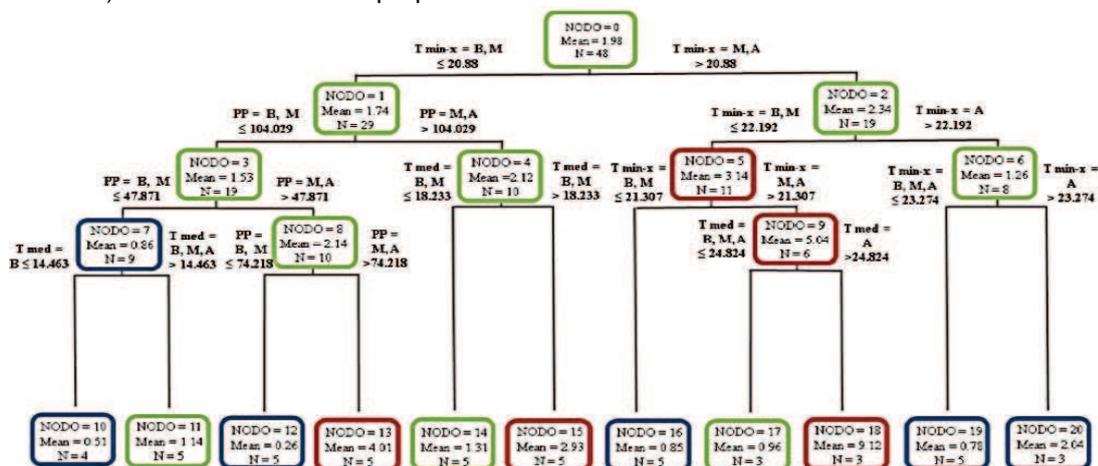


Figura 3. CART de la incidencia de DENV en la provincia de ER y los indicadores más representativos. Los cuadros rojos indican las mayores incidencias, los verdes las medias y los azules las bajas. En el interior de los cuadros se muestra el número del nodo, el valor de incidencia media y en número de muestra. Las letras B (baja), M (media), A (alta), PP (precipitación), T med (temperatura media °C), T min-x (temperatura mínima media). Fuente. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los datos presentados muestran la incidencia de DENV en la última década para las provincias de SF y ER, siendo el brote del año 2020 el más importante hasta el momento. En la provincia de SF el número de casos fue cuatro veces mayor y el doble en la provincia de ER que el brote del año 2016.

Santa Fe presentó el mayor número de brotes comparado con ER en el período estudiado. Esto podría deberse a la llegada de un mayor número de casos reportados como importados (245) con respecto a ER (93) y a la localización geográfica más accesible al resto de las provincias de Argentina. Cuando se realizó el análisis espacio temporal de los brotes, se notó que los departamentos con la mayor incidencia fueron principalmente los ubicados en el centro-norte de ambas provincias. Al limitar con provincias del norte del país, que a su vez limitan con los países vecinos como Brasil y Paraguay, donde el DENV regularmente tiene una alta incidencia, se sugiere que la propagación hacia el sur de la transición del DENV fue impulsada por la importación de casos desde países vecinos.

Los resultados aportados también muestran que todos los indicadores climáticos y ambientales considerados tendrían alguna influencia en la incidencia de DENV en los departamentos que presentaron brotes. Para ambas provincias la PP con valores medios a altos estaría determinando altas incidencias. Adicionalmente, en ER la T min-x con valores medios a altos también estaría determinando altas incidencias en esta provincia. Otros trabajos han demostrado que la actividad de oviposición de *Aedes Aegypti* se incrementa entre tres y cuatro semanas posteriores a la ocurrencia de precipitación (Estallo y col., 2015), lo que podría influir en número de casos. Respecto a la T min, la misma está directamente relacionada con la abundancia de mosquitos (da Cruz Ferreira y col., 2017).

El desarrollo del presente trabajo brinda información sobre la emergencia de DENV en SF y ER. *Aedes Aegypti* está ampliando su distribución y por consiguiente potenciando el riesgo de transmisión del virus, por lo que sería de gran importancia continuar con estudios relacionados acerca de la influencia de los factores climáticos y ambientales sobre la incidencia de DENV.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

Burkart, R.; Bárbaro, N.; Sánchez, R.O. y Gómez, D.A. 1999. Ecorregiones de la Argentina, Buenos Aires. APN, PRODIA.

Da Cruz Ferreira, D.A.; Degener, C.M.; De Almeida Marquestoledo, C. 2017. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. Parasites&vectors. 10(1), 78.

Estallo, E.L.; Ludeña-Almeida, F.F.; Introini, M.V.; Zaidenberg, M. y Almiron, W.R. 2015. Weather Variability Associated with *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Dengue Vector) oviposition dynamics in northwestern Argentina. Plos One. 10 (5): 1-11.

Gorelick, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D. y Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote. Sens. Environ. 202: 18-27.

López, M.S.; Muller, G.V.; Lovino, M.A.; Gomez, A.A.; Sione, W.F. y Aragonés Pomares, L. (2019). Spatio-temporal analysis of leptospirosis incidence and its relationship with hydroclimatic indicators in northeastern Argentina. Sci. Total Environ.694: 1-11

López, M.S.; Jordan, D.I.; Blatter, E.; Walker, E.; Gomez, A.A.; Muller, G.V.; Mendicino, D. y Robert, M.A.; Stewart Ibarra, A. y Estallo, E. 2020. Climate change and viral emergence: evidence from *Aedes*-borne arboviruses. Curr. Opin. Virol. 40:1-7.

Robert, M.A.; Tinunin, D.T.; Benitez, E.M.; Ludueña-Almeida, F.F.; Romero, M.; Stewart-Ibarra, A. y Estallo, E.L. 2019. Arbovirus emergence in the temperate city of Córdoba, Argentina, 2009-2018. Sci Data. 6:276..

Robert, M.A.; Stewart Ibarra, A. y Estallo, E. 2020. Climate change and viral emergence: evidence from *Aedes*-borne arboviruses. Curr. Opin. Virol. 40:1-7 doi.org/10.1016/j.coviro.2020.05.001.

Zelterman, D. 2015. Applied Multivariate Statistics with R. Springer-Verlag, Switzerland. ISBN 978-3319140926. 393.