

Distribución potencial para Dengue en Clorinda, Formosa

A presentar a: Municipio de Florinda

Autoría/Entidad: Jose García Tácite, Instituto Gulich

Memoria técnica

Introducción

El dengue es una enfermedad zoonótica transmitida por la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, quien actúa como vector del virus del dengue. Históricamente, el dengue era padecido por poblaciones de zonas tropicales y subtropicales, sin embargo, la distribución mundial de la especie transmisora ha aumentado en las últimas décadas, poblando áreas nuevas de América del Sur y generando brotes como el de 2004 en Tartagal, Salta.

Así, esta especie ha ampliado su nicho ecológico, adaptándose a nuevas condiciones ambientales en las que pudieron sobrevivir y reproducirse. Los hábitats de reproducción son contenedores no cubiertos de agua mantenidos al aire libre, sobre todo en zonas urbanas. Entonces, existen variables ambientales, climáticas y antrópicas que inciden en la distribución y reproducción del mosquito transmisor del dengue.

En este contexto, este trabajo se propone identificar áreas geográficas de la localidad de Clorinda, Formosa, que indiquen aquellos ambientes adecuados para la presencia del mosquito *Aedes aegypti*.

Materiales y métodos

Esta pesquisa se realizó a partir de una base de datos de muestreos de campo provista por el municipio de Clorinda. Esta base cuenta con capas shapefile de sitios con presencia del mosquito y con sitios de control. Además, fueron empleadas capas ráster generadas por el Instituto Gulich para las variables ambientales y climáticas.

La información fue procesada en el software QGIS versión 3.26.3, y en MaxEnt. A partir del cruce de los sitios de presencia y de las variables, este programa arrojó un modelo de posible distribución del mosquito en Clorinda, con resultados y salidas gráficas.

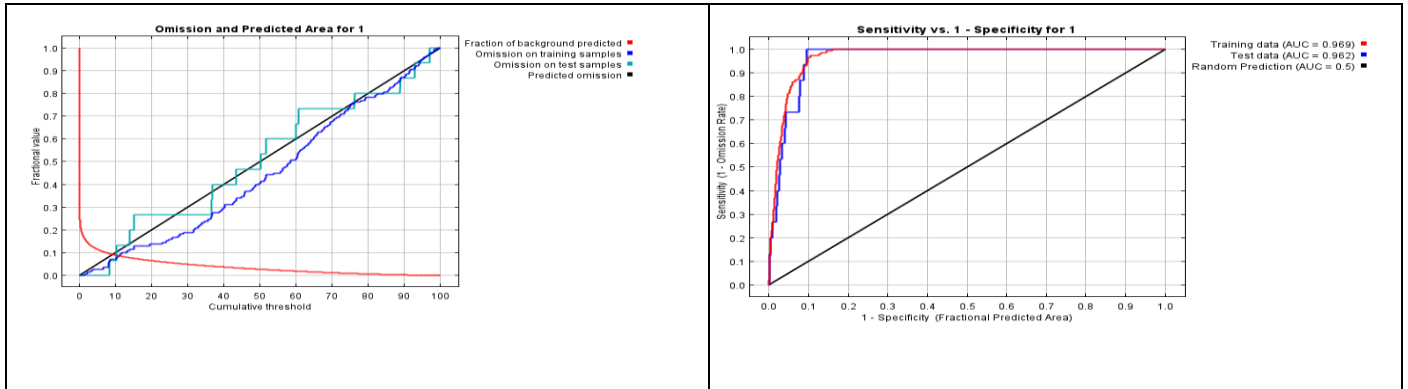
Resultados

El archivo HTML generado por MaxEnt condensa los resultados del modelo en gráficos, tablas e imágenes. Un primer gráfico es una curva que representa la relación entre la tasa de omisión y el área predicha para los sitios con presencia de larvas de mosquito (tabla 1, figura 1). Los sitios de presencia de larvas fueron empleados como datos de entrenamiento del modelo (training samples), y los de control conformaron la evaluación (test samples). El modelo presenta un buen ajuste de la tasa de omisión de sitios de presencia (curva azul) y de la tasa de omisión de sitios de control (curva celeste) con respecto a la tasa predicha (línea negra). También, MaxEnt provee de un gráfico ROC (Curva Operada por el Receptor), en el cual (tabla 1, figura 2) las curvas roja y azul posicionadas en el extremo superior izquierdo junto al estadístico de ajuste AUC (Área Bajo la Curva) cercano a 1 (0,96 en entrenamiento y evaluación), indican que el modelo tiene un muy buen ajuste con respecto a la sensibilidad y especificidad.

Tabla 1. Salidas gráficas de ajuste del modelo. Fuente: elaboración propia

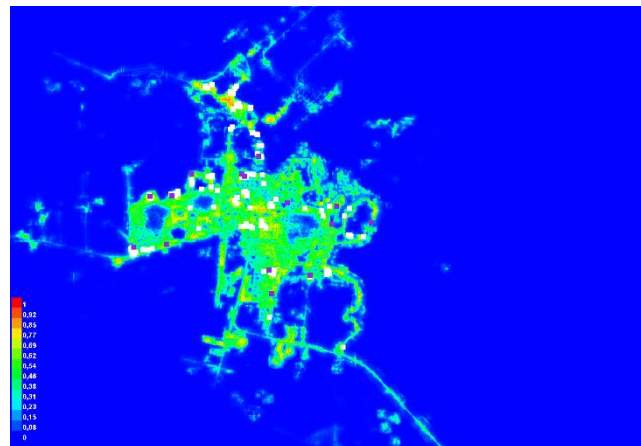
Figura 1. Relación entre tasa de omisión y área predicha. Fuente: elaboración propia

Figura 2. Curva Operada por el Receptor. Fuente: elaboración propia



El modelo otorga una imagen para observar su predicción (figura 3). En ella, los colores indican la posibilidad de que las condiciones sean óptimas para la presencia de larvas de mosquito. Así, los valores y colores van desde el 0 al 1, en donde el azul (0) indica una baja probabilidad de condiciones adecuadas y el rojo (1) muestra la máxima probabilidad. En el caso de Florinda, no hay sitios rojos, pero sí algunos naranjas, aunque la mayoría de la imagen es verde para la zona urbana (condiciones comunes) y azul para las rurales.

Figura 3. Imagen de predicción de condiciones. Fuente: elaboración propia



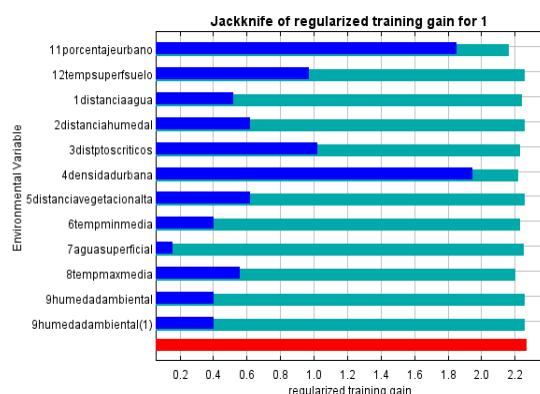
Ahora bien, ¿cuáles son estas condiciones óptimas para la presencia de larvas de *Aedes aegypti*? Las variables ambientales, climáticas y antrópicas consideradas fueron la distancia a cuerpos de agua, a humedales, a puntos críticos y a vegetación alta; la temperatura mínima y máxima medias, el agua superficial, la humedad ambiental y la temperatura superficial del suelo; y la densidad urbana y el porcentaje urbanos respectivamente. El modelo concluyó que aquellas variables antrópicas de densidad urbana (53%) y porcentaje urbano (33%) son las que mayor inciden a la hora de modelar la presencia de larvas (tabla 2, figura 4), teniendo en cuenta que las larvas se reproducen en recipientes de agua al exterior no cubiertos. También, se presenta un gráfico de barras generado por la prueba de Jackknife (tabla 2, figura 5) que estima la contribución de cada variable ambiental al modelo, tanto por sí sola como en combinación con otras, ya que para cada iteración se excluye una variable y se genera un modelo con las remanentes. Aquí, las variables de densidad urbana y porcentaje urbano son las que presentan más información por sí mismas cuando se las usa de manera aislada (barra azul casi completa), mientras que la variable de agua superficial es la que tiene menos sentido usar de manera aislada (su barra azul no llega a 0.2).

Tabla 2. Incidencia de las variables al modelo. Fuente: elaboración propia

Figura 4. Porcentajes de contribución de variables
Fuente: elaboración propia

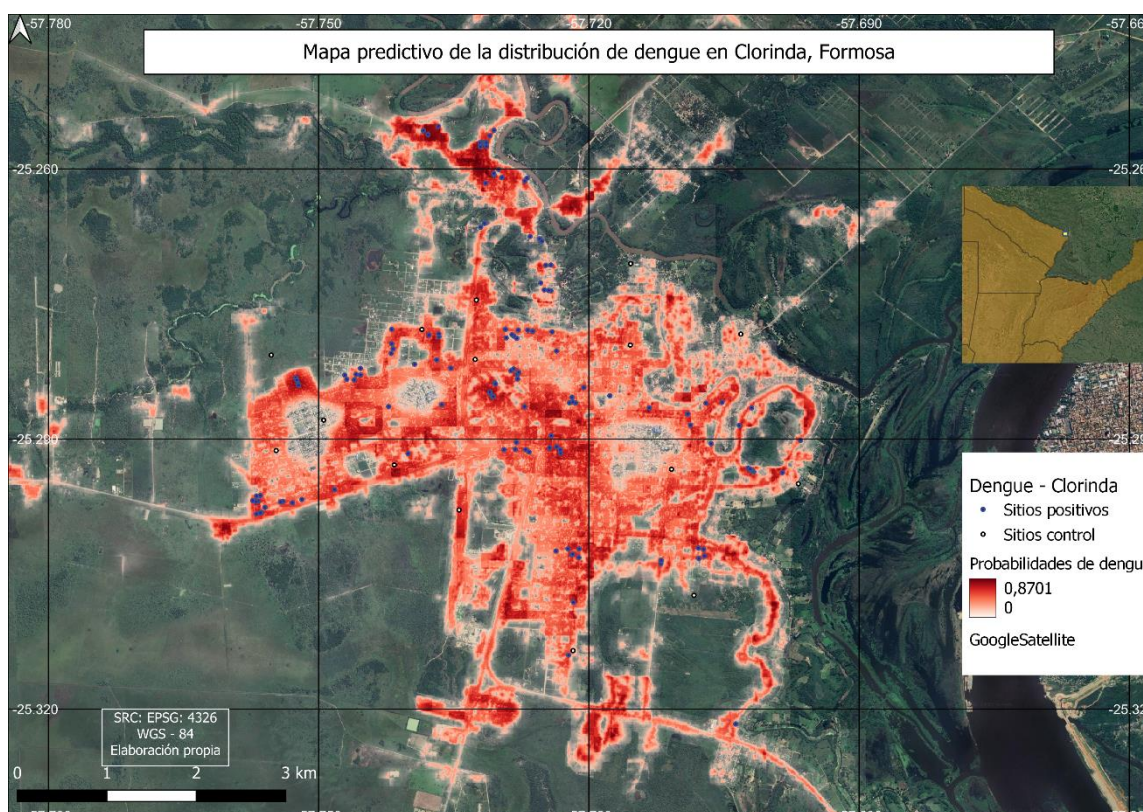
Variable	Percent contribution	Permutation importance
4densidadurbana	53	27.6
11porcentajeurbano	33	44.7
8tempmaxmedia	3.1	8
3distptoscriticos	3.1	2.8
9humedadambiental	2.9	4.3
12tempsuperfsuelo	2.8	0.6
6tempminmedia	1.1	3
1distanciaagua	0.3	5
2distanciahumedal	0.3	2.3
7aguasuperficial	0.2	1.2
5distanciavegetacionalta	0.1	0.4

Figura 5. Gráfico Jackknife de ganancias.
Fuente: elaboración propia



Por último, el archivo de extensión .bil fue cargado a QGIS para generar el mapa de potencial distribución (figura 6).

Figura 6. Mapa de distribución potencial para dengue. Fuente: elaboración propia



Conclusiones

Teniendo presente que el mosquito *Aedes aegypti* se reproduce en recipientes de agua que se encuentren a la intemperie y que no estén cubiertos, las áreas urbanas con mayor densidad de edificación y población son las que presentan las condiciones más idóneas para su adaptación y, por lo tanto, posible propagación de la enfermedad. Es por ello que se recomienda al municipio de Clorinda que enfatice en la población el riesgo que significan los recipientes con agua en las campañas de prevención del dengue.

Referencias bibliográficas

- **Aguilera Sammaritano M. & Equipo de Educación a Distancia Mario Gulich.** (2023). Práctica de la Unidad 4: Distribución potencial para Dengue en Clorinda - Formosa-Argentina. Módulo 4: Herramientas geomáticas aplicadas a la salud. Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada. Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich. Universidad Nacional de Córdoba. Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Córdoba - Argentina.