

Fortalecimiento de capacidades tecnológicas para el monitoreo y vigilancia entomológica de *Aedes aegypti* en la provincia de Entre Ríos

Autores: Villanova, Martina*; Burroni, Nora Edith; Orcellet, Emiliana Elisabet

Contacto: *martina.villanova@uner.edu.ar

País: Argentina

Resumen

En la era de la tecnología se busca siempre simplificar tareas a las personas a partir de la incorporación de herramientas físicas como informáticas en beneficio de la organización, siguiendo este criterio, este trabajo plantea como objetivo generar una plataforma para la sistematización de datos correspondientes a relevamientos entomológicos de *Aedes aegypti* ejecutado por 18 localidades de la provincia de Entre Ríos, el cual cuenta con el aval de la dirección de zoonosis de la provincia de Entre Ríos. Para ello inicialmente se realizó una prueba piloto, creando un cuestionario personalizado mediante la utilización de un programa informático denominado EpiCollect5 que combina Android, tecnología GPS y el servicio gratuito de Google Maps, en este formulario, cada referente municipal realizó la carga de datos semanales del relevamiento correspondiente a su municipio, a partir de esta prueba piloto, se detectaron errores significativos que afectaron la dinámica de trabajo, por lo cual se generó aplicación web mediante el uso de Firebase, una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles adquirida por Google, la cual fue adaptada exclusivamente a la recolección de datos de relevamientos entomológicos conforme a las necesidades del equipo encargado del relevamiento, en la cual se incorporaron como funcionalidades la carga de datos, visualización de índices y evolución temporal de actividad, sitio de administrador y descarga de datos en formato Excel. Esta plataforma no tiene costo de mantenimiento de hosting y facilitó el trabajo de carga de datos por parte de los municipios que integran el relevamiento además de facilitar la tarea de análisis por parte del grupo de investigación que lleva adelante el relevamiento entomológico.

Palabras claves: vigilancia entomológica; *Aedes aegypti*; sistematización; aplicación web.

1. Introducción

Aedes aegypti es el mosquito transmisor de los virus del dengue, Zika, chikungunya, y fiebre amarilla urbana (Becker et al. 2010). Su importancia mundial radica en la persistencia del problema, especialmente del dengue, a lo largo de las últimas décadas, en las Américas se relaciona principalmente con la elevada abundancia de este mosquito en zonas urbanas (Bhatt et al., 2013).

Las primeras epidemias de dengue de gran magnitud que ocurrieron en nuestro país fueron en 2009 y 2016; la segunda fue de mayor intensidad, donde también circularon los virus chikungunya y Zika (Martino y Weissenbacher, 2017). La del 2009 tuvo 24.883 casos confirmados y la del 2016 unos 41.207 casos, e involucraron a 14 y 15 provincias respectivamente (Bernardini-Zambrini, 2011; Ministerio de Salud de la Nación, 2016). Posteriormente, en la temporada 2019-2020 ocurrió una epidemia aún más grande, con 58.395 casos confirmados en el contexto de la pandemia de la SARSCoV2 (Berberiana, 2021). Por último, en 2022 se registró la ocurrencia de 110.990 casos confirmados en el país y 528 en la provincia de Entre Ríos, en lo que va de la temporada 2022 - 2023 (Boletín Epidemiológico Nacional, 655, 2023).

La provincia de Entre Ríos fue afectada en distinta medida en todas las epidemias mencionadas, y en este contexto, a partir del año 2009, se inició el monitoreo de *Aedes aegypti* mediante sensores comúnmente llamados ovitrampas (dispositivos que ofrecen a las hembras de *Aedes aegypti* un lugar donde oviponer, consistentes en recipientes oscuros con un sustrato interno que hace las veces de sensor el cual se cambia y lee de forma semanal), el cual es dirigido por un grupo de investigación en *Aedes aegypti*, en un asesoría a la Comisión Administradora de los fondos Especiales de Salto Grande (Gob. de Entre Ríos) y el municipio de Concordia en principio y luego otras ciudades de la provincia. En 2019 se inicia un monitoreo simultáneo en 16 ciudades y se acopla el Ministerio de Salud mediante Zoonosis y Vectores y numerosos municipios de la provincia.

Dada la gran cantidad de información que las instituciones organizadoras recibían en periodos semanales, la limitada disponibilidad recursos humanos para el procesamiento de estos informes desde los municipios, se estableció un vínculo entre la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Entre Ríos y el Programa de Zoonosis y Vectores del Ministerio de Salud de la provincia de Entre Ríos y quien dirige y organiza el proyecto antes mencionado; y que trabaja en conjunto con el Laboratorio, Biología y Dinámica de Vectores y Parásitos, de IEGEBA- CONICET) de Buenos Aires. La finalidad del vínculo es ejecutar un trabajo en colaboración interinstitucional e interdisciplinario para la sistematización y estandarización del proceso de carga de datos y emisión de resultados semanales.

El presente manuscrito presenta las actividades y resultados del trabajo en conjunto, realizado para incorporar herramientas tecnológicas que permitan el procesamiento de información relevada en los monitoreos entomológicos semanales ejecutados en diferentes municipios de la provincia de Entre Ríos. La herramienta desarrollada permite sistematizar, estandarizar, organizar y generar indicadores semanales sobre la presencia y abundancia de este mosquito en cada municipio a partir de los datos registrados, permitiendo además la visualización en tiempo real, lo cual conlleva a la capacidad de adoptar medidas de prevención, conforme a las recomendaciones recibidas por el Laboratorio, Biología y Dinámica de Vectores y Parásitos, de IEGEBA- CONICET) de Buenos Aires.

2. Metodología

La metodología que se presenta corresponde a la secuencia de actividades realizadas con el propósito de generar una plataforma para la sistematización de datos correspondientes a monitoreos entomológicos de *Aedes aegypti* en la provincia de Entre Ríos.

2.1. Construcción de formularios EpiCollect5

En una primera instancia, se creó un formulario en la aplicación de uso libre denominada EpiCollect5 (*Centre for Genomic Pathogen Surveillance, 2023*), Esta aplicación combina Android, tecnología GPS y el servicio gratuito de Google Maps. La principal capacidad que brinda a los usuarios, es la construcción colectiva de una base de datos compuesta por la carga de datos de diferentes usuarios, desde lugares diferentes. Además, los usuarios pueden acceder a través de dispositivos móviles (teléfonos celulares o tablets) para la carga (offline) y envío (online) de datos. En cuanto a la base de datos central, puede ser descargada por el administrador.

Los formularios, se construyeron desde la página web de EpiCollect5, generando así dos proyectos, que se denominaron en función de las características del relevamiento, en este caso, uno se centró en utilizar la capacidad de georreferenciación de la aplicación, y se denominó “localización de sensores”, el objetivo

de este proyecto se centra en que los usuarios puedan geo localizar de forma facilitada cada una de las ovitrampas que tengan distribuidas por el casco urbano del ejido municipal. En cuanto al proyecto para la carga semanal de datos se denominó “Relevamiento semanal ER”.

2.2. Capacitaciones

En el marco del proyecto que incluye el relevamiento entomológico que se realiza en la provincia de Entre Ríos, el grupo de investigación encargado de la supervisión, análisis de datos y generación de recomendaciones para cada municipio en función de la actividad del mosquito vector en conjunto con el programa de Zoonosis y Vectores del Ministerio de Salud de la provincia de Entre Ríos, coordinaron diferentes encuentros para la capacitación de los referentes municipales. La capacitación contempló dos instancias, la primera donde se contempló distintos aspectos asociados al relevamiento entomológico, es decir de cómo realizar en detalle el monitoreo mediante sensores conocidos comúnmente como ovitrampas y su importancia. La segunda instancia se refirió a cómo dicho personal llevará a cabo el uso de la aplicación Epicollect 5 en forma adecuada para la georreferenciación de las ovitrampas y la carga semanal de datos obtenidos del monitoreo.

2.3. Construcción de aplicación web

Si bien la aplicación se utilizó en este formato durante toda una temporada de relevamiento entomológico, durante su uso, se pudo determinar que se generaban errores a partir del tipeo al momento de realizar la carga de datos, más precisamente en aquella información que debía ser escrita en reiteradas oportunidades en un mismo episodio de carga, como por ejemplo semana relevada, ID de la ovitrampa. De este modo se podía incurrir en una interpretación errónea de los datos ingresados lo cual repercutió directamente sobre el resultado y las recomendaciones a cada municipio en lo que respecta a acciones de prevención para el control poblacional de mosquito. Debido a estos errores, fue necesario recurrir a una estrategia de sistematización en la carga de datos que evite el ingreso de datos erróneos.

En este sentido, a partir de los fondos un proyecto financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación, fue posible trabajar mancomunadamente en el desarrollo de una aplicación web mediante Firebase de Google, una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, en esta instancia, se construyeron como funcionalidades la carga de datos por parte de los referentes municipales, descarga de datos por parte de los administradores y visualización de informes por parte de los referentes municipales en tiempo real, además de permitir la carga de recomendaciones para cada municipio.

3. Resultados

Los resultados que se citan en este apartado corresponden a aquellos obtenidos a partir de la construcción del formulario para la georreferenciación de los sensores de oviposición de *Aedes aegypti* (ovitrampas) y carga de datos entomológicos, además de los resultados obtenidos a partir de la construcción de la aplicación web mediante Firebase.

3.1. Construcción de formularios EpiCollect5

Se construyeron dos formularios con fines muy diferentes: uno que permitió al usuario geolocalizar cada ovitrampa y el otro con el propósito de que los usuarios, incorporen semanalmente los datos relacionados al monitoreo entomológico específicamente.

3.2. Proyecto “localización de sensores”

En Tabla 1, se presentan las variables que conformaron el proyecto de localización de sensores de monitoreo en cada ciudad implicada en Entre Ríos.

TABLA 1. Variables del proyecto “localización de sensores” de la aplicación EpiCollect 5

Variable	Objetivo	Campo
Localidad	Constatar la localidad del usuario, es decir el municipio al cual corresponde la carga.	Texto. El usuario debe ingresar un texto como respuesta.
Fecha	Constatar la fecha de registro de la ubicación asignada.	Fecha. El usuario utilizará un selector de fecha en el dispositivo móvil.
ID de ovitrampa	Identificar la ovitrampa que se va a georreferenciar.	Texto. El usuario debe ingresar un texto como respuesta.
Ubicación de la ovitrampa	Georreferenciar la ovitrampa.	Dato geográfico, la respuesta será la latitud y longitud proporcionada por el hardware del dispositivo en formato de Grados Decimales.

3.3. Proyecto “Relevamiento semanal ER”

El cuestionario denominado relevamiento semanal ER, fue creado con el propósito de que los referentes de cada municipio puedan realizar la carga de datos del relevamiento entomológico semanal. Este formulario se compone de variables generales (tabla 2) y de un subformulario generado bajo la función de rama (tabla 3), la cual permite la carga de datos para cada una de las ovitrampas del municipio de referencia.

TABLA 2. Variables del proyecto “*Relevamiento semanal ER*” en la aplicación EpiCollect 5

Variable	Objetivo	Campo
Localidad	Constatar la localidad del usuario, es decir al municipio al que pertenece.	Texto. El usuario debe ingresar un texto como respuesta.
Semana relevada	Constatar la fecha correspondiente al relevamiento cuyos datos está cargando	Pregunta de opciones múltiples, mostrará todas las respuestas posibles en una ventana emergente.
Ovitrampas	Agregar información de cada ovitrampa que se encuentra en el municipio que realiza la carga de datos.	Ramas. Esta opción permite la creación de un cuestionario secundario. Este se describe en tabla 3.
Ubicación de la ovitrampa	Georreferenciar la ovitrampa.	Dato geográfico, la respuesta será la latitud y longitud proporcionada por el hardware del dispositivo en formato de Grados Decimales.
Se realizó descacharrado focalizado?	Identificar medidas de acción.	Pregunta de opciones múltiples, mostrará todas las respuestas posibles en una ventana emergente.
Indique en qué foco/s realizó el descacharrado	Identificar medidas de acción focalizadas en caso de que se hayan ejecutado actividades de descacharrado	Caja de texto. Consta de una caja para ingresar texto en varias líneas.
No realizó descacharrado focalizado por qué.	Constatar porque no se ejecutaron acciones de descacharrado.	Pregunta de opciones múltiples, mostrará todas las respuestas posibles en una ventana emergente.

TABLA 3. Variables del subformulario semanal en rama en la aplicación EpiCollect 5

Variable	Objetivo	Campo
ID de la ovitrampa	Reconocer a que ovitrampa corresponde el dato a cargar.	Texto. El usuario debe ingresar un texto como respuesta.
Semana relevada	Constatar la fecha correspondiente al relevamiento cuyos datos está cargando.	Pregunta de opciones múltiples, mostrará todas las respuestas posibles en una ventana emergente.
Estado de la ovitrampa	Reconocer si la trampa se mantuvo activa o inactiva durante la semana completa de muestreo.	Pregunta de opciones múltiples, mostrará todas las respuestas posibles en una ventana emergente.
Ubicación de la ovitrampa	Conocer la cantidad de huevos presentes en el sensor de la ovitrampa.	Numérico. Sólo permite números (enteros o decimales)

Estos formularios fueron utilizados durante una temporada de relevamiento entomológico de *Aedes aegypti*, lo cual facilitó el trabajo de recepción de datos, por parte del grupo de asesor (BiDiVep-IEGEB-CONICET). Sin embargo, se observaron algunas dificultades en la recepción de datos, originados principalmente por aquellos campos que el usuario debió registrar mediante el uso de campos de texto, lo cual impactó el uso de patrón común para cada municipio y cada ovitrampa. Dentro de los errores de mayor relevancia, se destacaron la incorrecta identificación de ovitrampas, identificación de ovitrampas por duplicado, carga de semanas por duplicado, valores faltantes, entre otros.

A partir de estos inconvenientes, se trabajó en la implementación de una aplicación web, que permita a los usuarios realizar la carga de datos, evitando intrínsecamente, la incorporación de errores en el proceso de carga, y que hiciera la recepción por el grupo asesor de forma más ágil de los registros y segura.

3.4. Construcción de aplicación web

La construcción de la aplicación web estuvo orientada a la carga de datos por parte del usuario referente de cada municipio que participa del proyecto de relevamiento entomológico, el cual es organizado y ejecutado por el grupo de investigación asesor, quienes procesan la información con el propósito de brindar asesoramiento para la prevención en control de población del vector de Dengue, Zika y Chikunguña.

La construcción de la aplicación web, si bien estuvo orientada a la carga de datos de actividad del mosquito y recepción de los mismos de forma organizada por el grupo de investigación, presentó una oportunidad para que los referentes de cada municipio puedan realizar la observación de los índices generados y actividad histórica de cada ovitrampa, en tiempo real.

En este marco, la aplicación web, se construyó con tres funcionalidades principales: la de administrador, la de carga de datos y la de visualización de datos.

- Registro de usuarios: Se construyó para que el usuario pueda registrarse e ingresar mediante la cuenta de Google o ingresando con un usuario y contraseña generados exclusivamente para la aplicación. Asimismo, se recomendó que el registro se realice desde la cuenta de Google, para evitar inconvenientes propios del olvido de nuevo usuario y contraseña. Una vez generado el usuario, el administrador de la aplicación suministra los permisos para que ese usuario pueda acceder a un único municipio, correspondiente a su jurisdicción de carga y visualización de datos.

- Administrador: Si bien esta función aún no se encuentra plenamente desarrollada, desde este panel, el grupo de investigación asesor, puede hacer la descarga y análisis de los datos ingresados por cada usuario, vinculado a un municipio. Estos se pueden descargar en formato de hoja de cálculo para su posterior manejo de datos cuando sea necesario.

- Carga de datos: En este panel, cada usuario registrado, vinculado a un único municipio, puede realizar la carga de los datos. Los datos corresponden a: municipio (se despliega la opción del único municipio vinculado), año (se ingresa mediante teclado numérico el año), semana (se selecciona una semana, el sistema limita a las últimas tres semanas sin datos registrados, con opción de dirección consulta en el caso de que el usuario no encuentre la semana correspondiente a su carga), acciones preventivas (el sistema mediante un cuestionario con respuestas a seleccionar con un switch/interruptor, permite al usuario responder a cuestiones de interés para el manejo preventivo), carga de huevos por cada ovitrampa predefinida de forma particular para cada municipio (el sistema permite al usuario indicar si la trampa se encuentra activa o inactiva mediante el uso de interruptor, en caso de identificarla como activa, permite realizar la carga de un valor numérico. Asimismo, si previamente se informó que se realizó descacharrado focalizado, se activa un panel extra para cada ovitrampa, el cual permite seleccionar en caso de haberse realizado acciones en el área de incidencia específica de alguna de ellas). Una vez completos los datos, se activa el botón de enviar datos.

- Visualización: La funcionalidad de visualización de datos, permite al usuario observar mediante un resumen los resultados por cada ovitrampa y también de la trayectoria general del relevamiento, de esta forma, se generó un panel de resumen, índices aélicos en base a ovitrampas, gráficos de líneas con la representación de la actividad de cada ovitrampa a lo largo del tiempo. Esta herramienta permite al usuario contar con información en tiempo real sobre el comportamiento histórico de cada ovitrampa y de los índices, siendo fundamental para la ejecución de acciones para control de la población.

4. Conclusión

El monitoreo entomológico de *Aedes aegypti*, se presenta como una herramienta para la identificación de áreas con mayor abundancia de este vector, en las regiones donde el mismo ya se encuentra establecido. Este trabajo se centra en exponer las actividades ejecutadas para lograr sistematizar el proceso de carga de datos del monitoreo realizado en la provincia de Entre Ríos, del cual participan 18 municipios. En primera instancia, se trabajó mediante el uso de una plataforma de uso libre, la cual permitió generar dos formularios a los cuales cada referente pudo ingresar y realizar la carga de datos, sin embargo, esta modalidad predispuso a los referentes a cometer errores en el proceso, debido a la reiterada cantidad de veces se debía ingresar/ seleccionar diferentes variables, asimismo, estos errores luego demandaron tiempo extra al grupo de investigación encargado del relevamiento entomológico, al presentarse de formas diferentes.

Ante esta situación, se trabajó en la construcción de una aplicación web que permita a los referentes municipales cargar la información de forma semanal, con un nivel de error ausente, además de permitir la observación de diferentes indicadores de actividad del vector para cada zona de su ejido municipal, lo cual permite centralizar las actividades de prevención en las zonas de mayor relevancia, en función de las recomendaciones realizadas al respecto. La aplicación web generada, se presenta como una herramienta de sistematización de monitoreos entomológicos establecida, que puede ser utilizada en otras campañas, dada la continuidad interanual del mismo.

Referencias bibliográficas

- Aplicación web para la carga, administración y visualización de actividad de *Aedes aegypti* para la provincia de Entre Ríos: <https://monitoreo-aedes.web.app/data-entry>
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C. y Kaiser, A. (2010). *Mosquitoes and their control*. Springer.
- Berberiana, G. (2021). Dengue en los inicios de la pandemia de COVID-19 en la Argentina. *Arch Argent Pediatr*, 119(2), 131-138.
- Bernardini-Zambrini, D.A. (2011). Neglected lessons from the 2009 dengue epidemic in Argentina. *Revista de Saude Publica*, 45, 428-431.
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., ... y Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504-507.
- Centre for Genomic Pathogen Surveillance. EpiCollect5 v4.2.0© 2023. <https://five.epicollect.net/> <https://www.pathogensurveillance.net/>.
- Martino, O. y Weissenbacher, M. (2017). Historia natural de enfermedades emergentes y reemergentes en la Argentina: Zika, chikungunya y dengue (2016-2017). *La Prensa Médica Argentina*, 103(6), 365-375.
- Ministerio de Salud de la Nación (2016). *Boletín Integrado de Vigilancia n. 306 SE 16*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/boletin-integrado-de-vigilancia-n306-se16.pdf>