



Experiencia en vigilancia molecular integrada de vectores y arbovirus circulantes en San Luis Potosí, México.

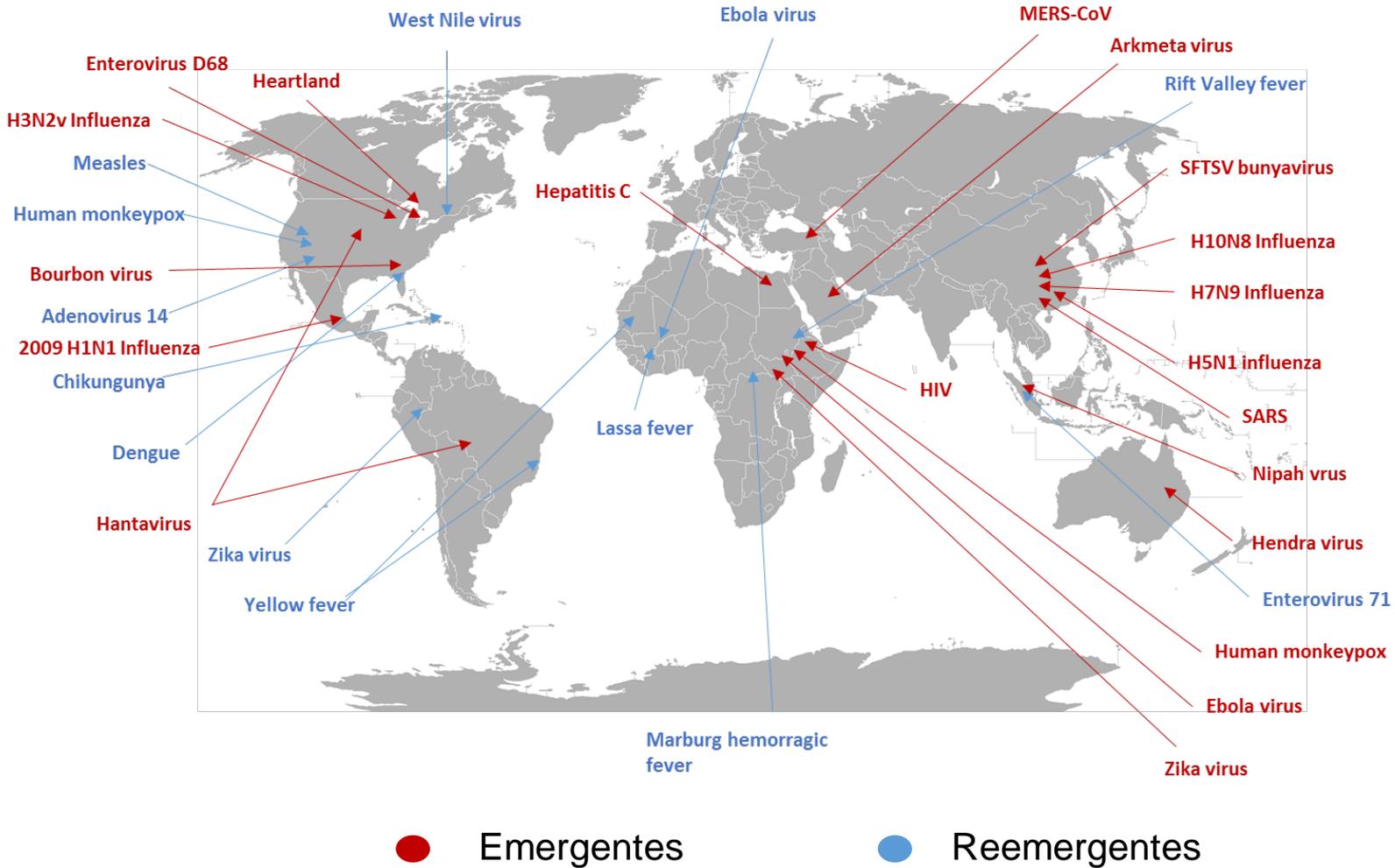
Enero 23, 2026 Seminario Enfermedades Tropicales Vectoriales 2026, Bolivia.



Dr. CA García-Sepúlveda
Dr. SE Guerra-Palomares
MSc N Jurado-Hernández

Laboratorio de Genómica Viral y Humana BSL-3
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

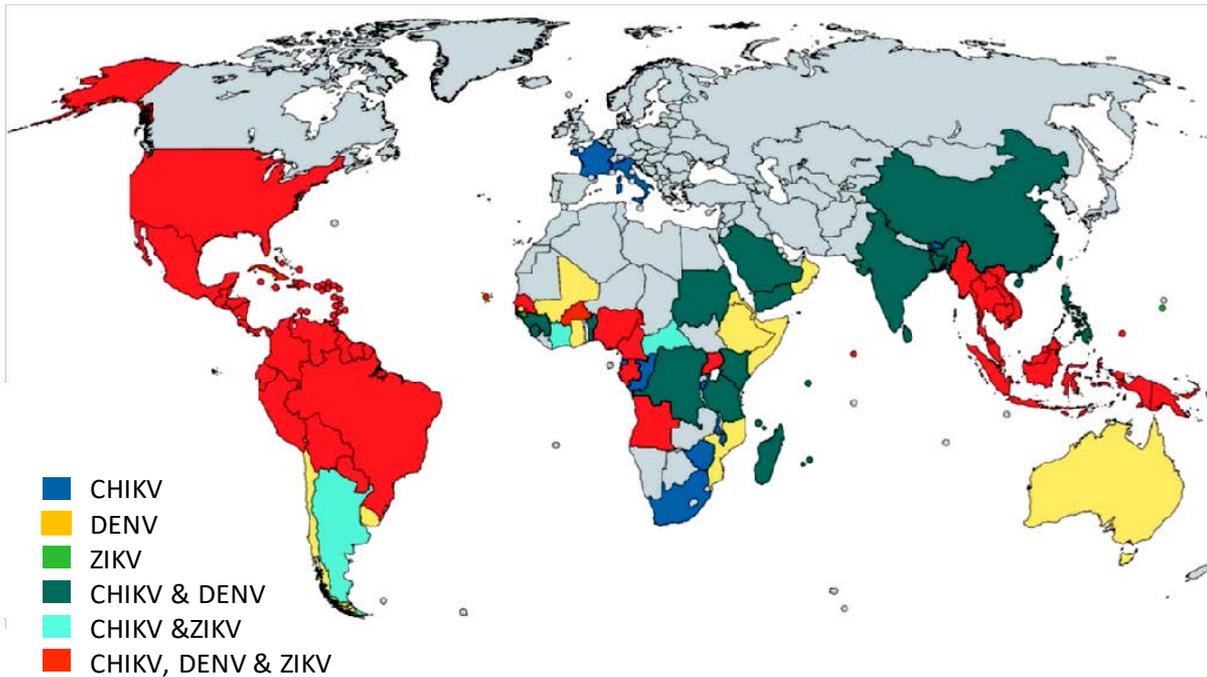
Enfermedades infecciosas emergentes (EID)



Paules, C. I. et al., 2017; Suarez, L. et al., 2000.



Epidemiología global DENV, ZIKV y CHIKV (2021)



DENV

- 1,173,674 casos en las Américas (2021).

ZIKV

- 18,804 casos en las Américas (2021).

CHIKV

- 131,630 casos en las Américas (2021).

Epidemiología nacional DENV, ZIKV y CHIKV (2020-2021)

DENV

México, **6,756** casos confirmados y **39** defunciones.

San Luis Potosí, **80** casos y **ninguna** defunción.

Municipio	Casos
Santa María del Río	59
San Martín Chalchicuátla	4
San Vicente Tancuayalab	1
Tamazunchale	6
Resto	10
Total	80

CHIKV

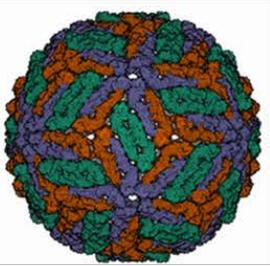
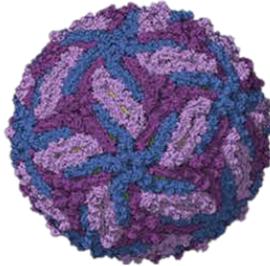
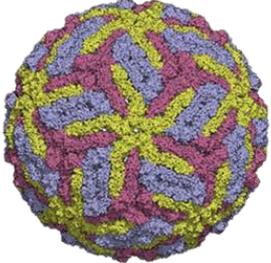
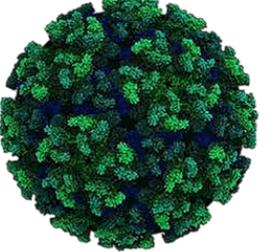
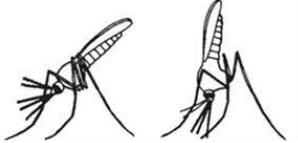
Estado	Casos (2021)
Coahuila	1
Guerrero	1
Oaxaca	1
Tabasco	1
Total	4

ZIKV

Estado	Casos 2021
Morelos	34
Sinaloa	1
Total	35



Arbovirus y sus vectores

Virus	DENV	ZIKV	WNV	CHIKV
	<i>Flavivirus</i>			<i>Alfavirus</i>
Genoma: (+) RNA ss 9-11 kb				
Vectores	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>	<i>Anopheles</i>	
				
	DENV, ZIKV, CHIKV, YFV	CHIKV, WNV, JEV Filarias y <i>Plasmodium</i>	ZIKV <i>Plasmodium</i>	

Ciclo de transmisión de arbovirus

La mayoría de EID son zoonóticas.

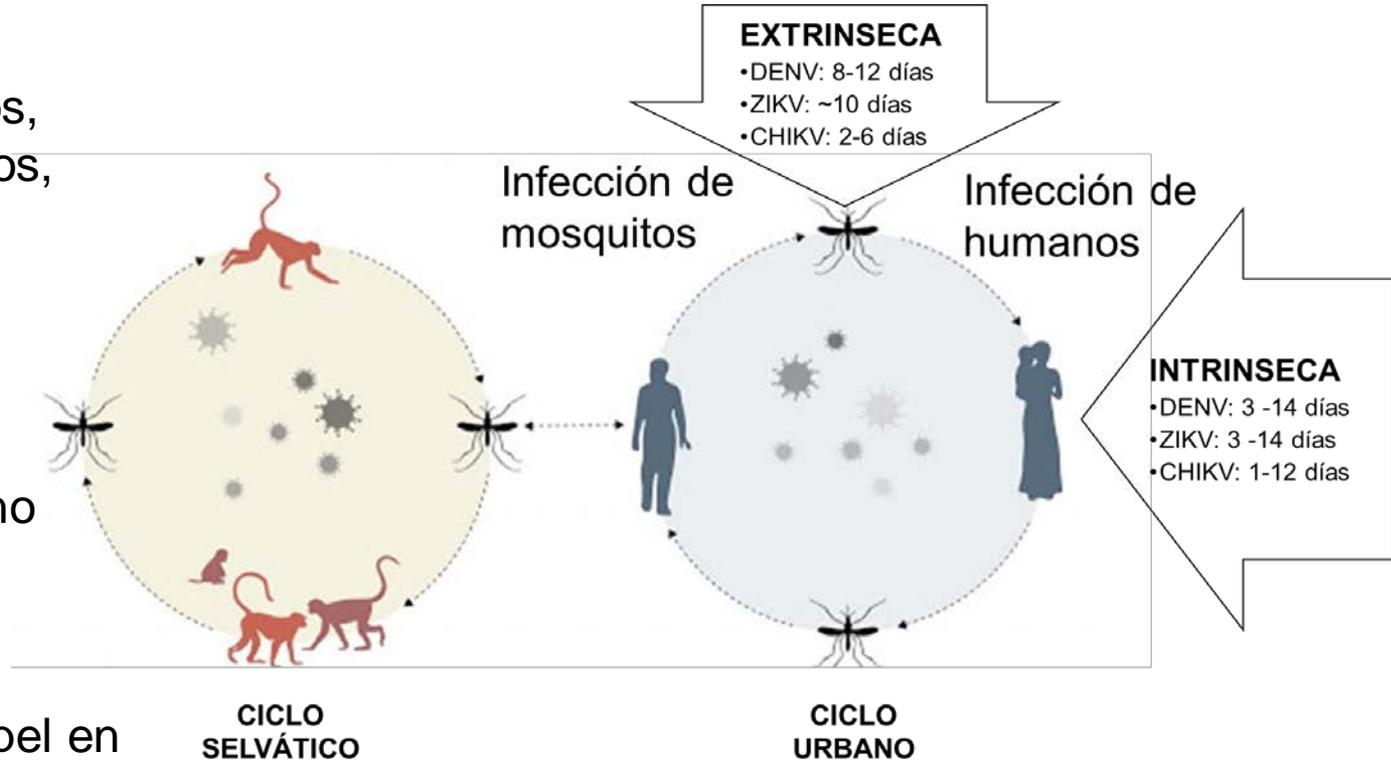
DENV – Murciélagos, primates no humanos, aves y cerdos.

ZIKV – Primates no humanos.

CHIKV – Primates no humanos.

Actualmente no desempeñan un papel en la transmisión.

WNV – Aves migratorias.





SALUD
SECRETARÍA DE SALUD

DGE
DIRECCIÓN GENERAL
DE EPIDEMIOLOGÍA

Enfoque SSE:

- Vigilancia epidemiológica en humanos (casos).
- Vigilancia epidemiológica en vectores.
- Vigilancia ovitrampas (larvas). 



Desventajas:

- Acercamiento reactivo en vez de preventivo. 
- Poca disponibilidad de información pública.
- Retroalimentación ineficiente.
- Taxonomía basada en morfo-entomología.
- Diagnóstico arboviral limitado.



Estrategias de vigilancia entomológica



Trampas de luz CDC.

- Activa (ventilador)
- Luz UV
- CO₂



Trampas de grávidas.

- Fermentación de levadura durante 2 semanas
- Capacidad



Trampas BG-Sentinel (Biogents AG, Regensburg, Alemania).

- Activa (ventilador)
- Ácido caproico, ácido láctico y amoníaco



Trampas de salida.

- Pasiva

Trampa Yoy

Yoy – Mosquito en Tenek

Trampa pasiva

Material reciclado, económica y ligera

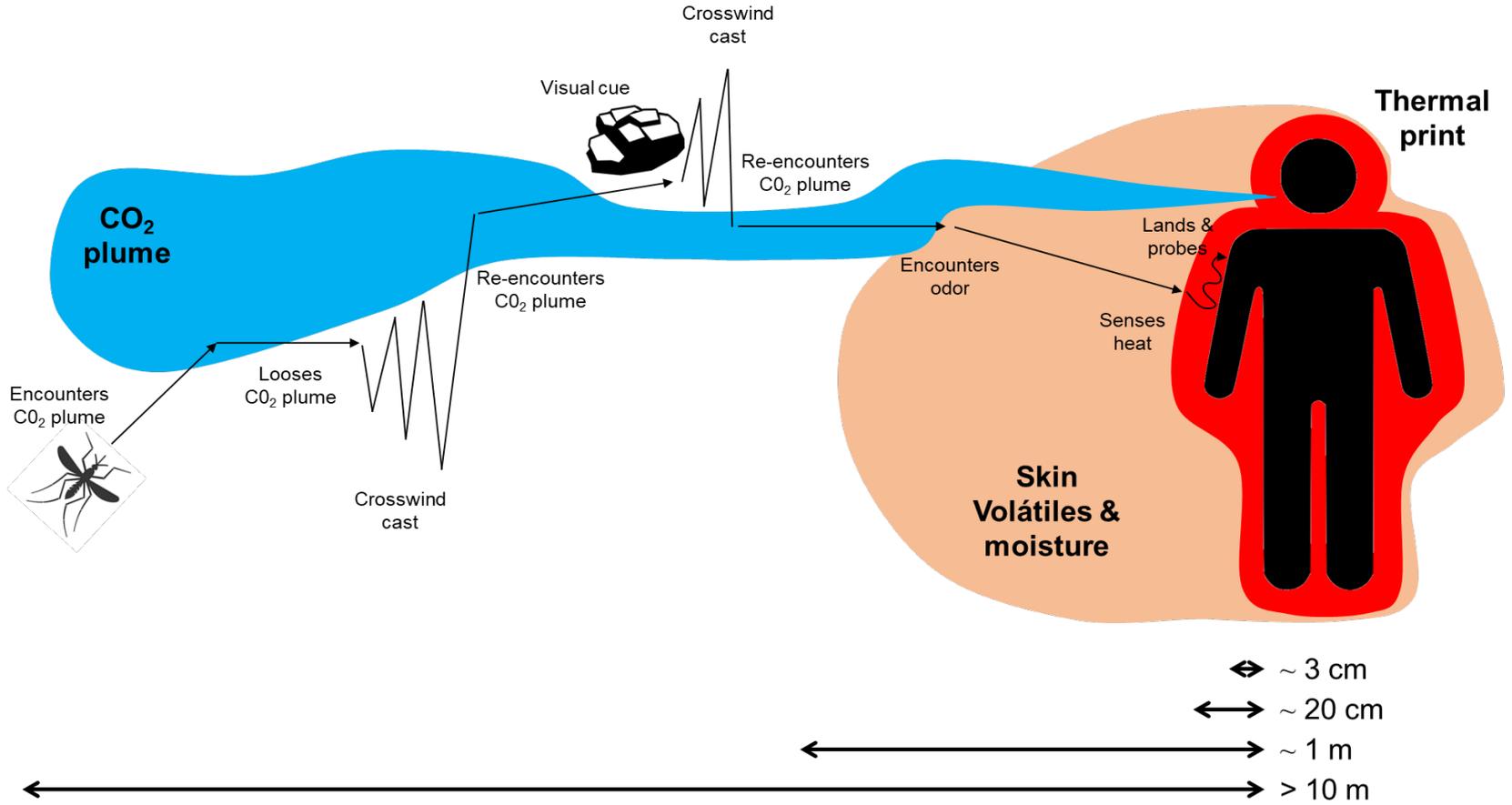
Fácil construcción y despliegue

Aplicación en sitios limitados de recursos

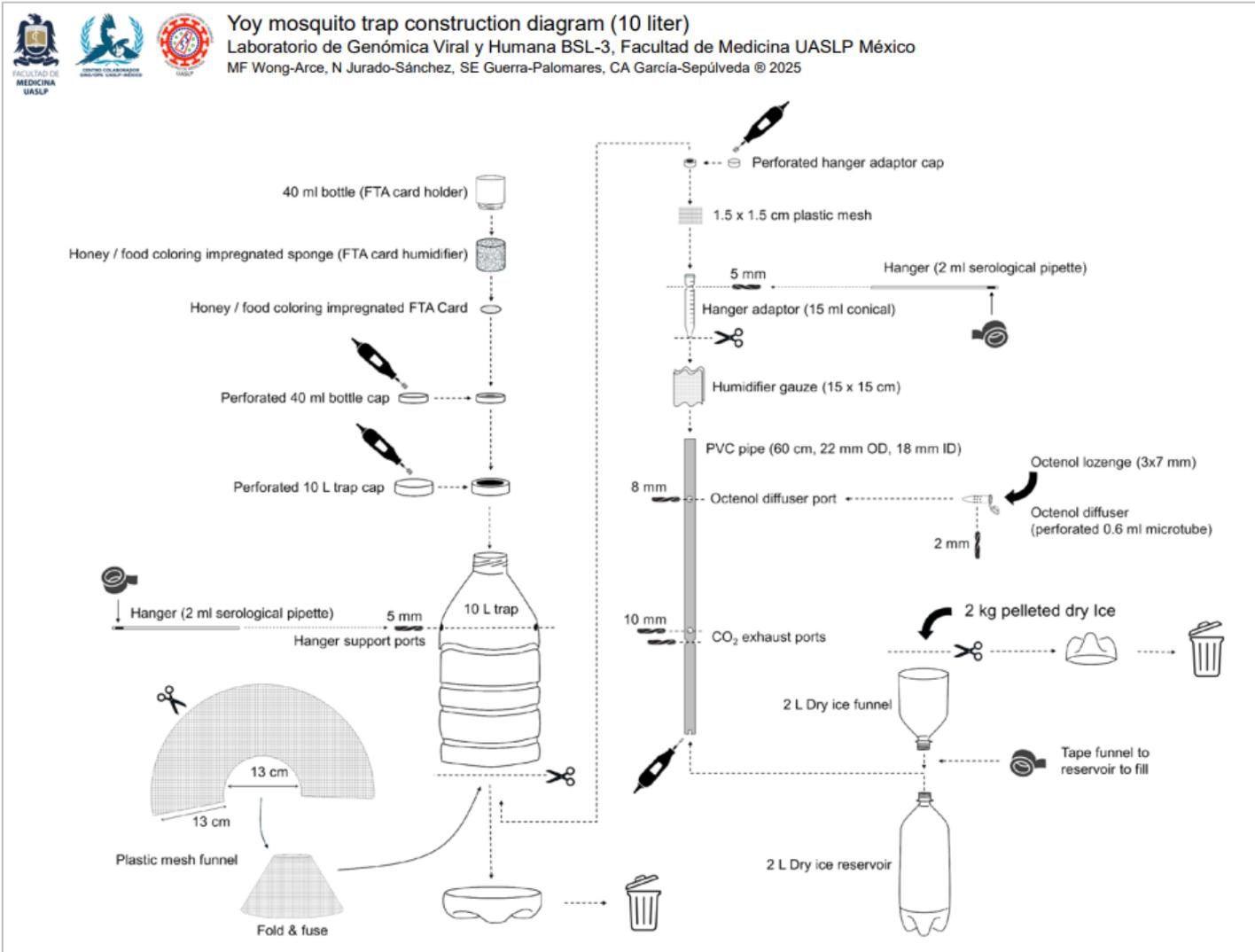


N Jurado-Sanchez, 2020.

Estrategia de atracción de la trampa Yoy



Prototipo de la trampa Yoy





Standard Operating Procedures (SOPs)
Viral and Human Genomics BSL-3 Laboratory
UASLP Faculty of Medicine



10-liter Yoy passive mosquito trap assembly.

Copyright © 2025 Viral and Human Genomics BSL-3 Laboratory, UASLP Faculty of Medicine, San Luis Potosi, Mexico.

Created:	Modified:	Version:	Title:	License:
Sep 20, 2021	Feb 24, 2025	2.0	ARBO_Yoy_Trap_Assembly_ENG.pdf	CC BY 4.0 DEED

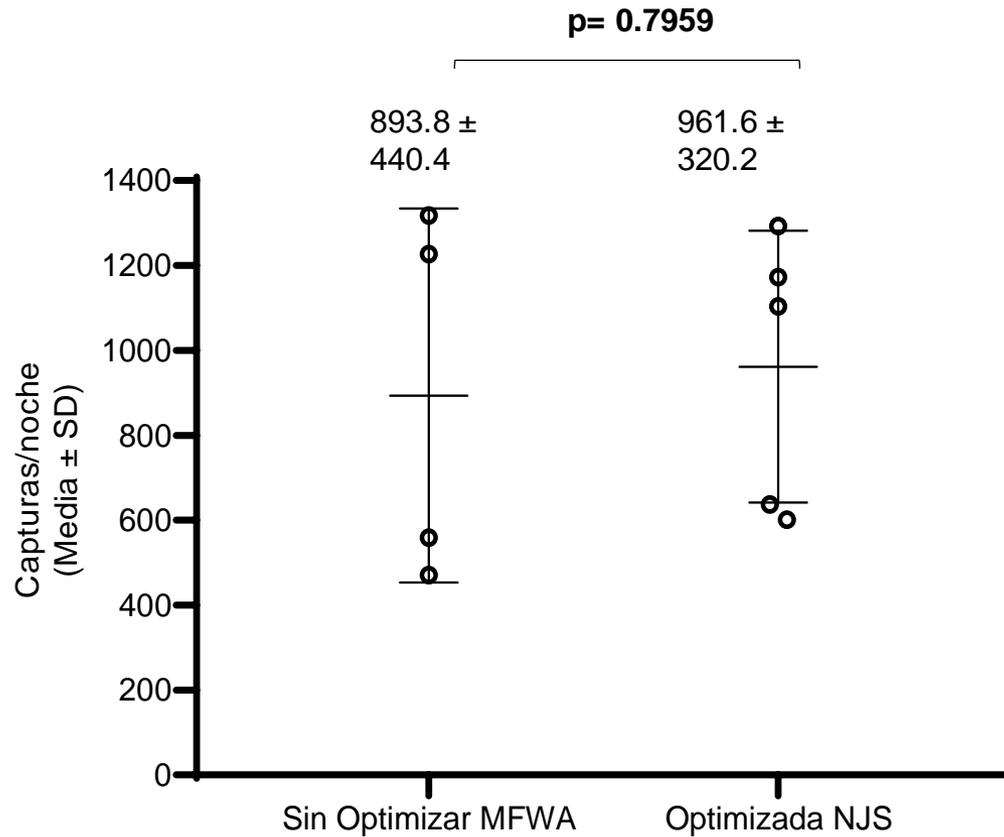
This protocol provides a detailed methodology for the construction of the Yoy trap, named after the Tenek Amerindian term for "mosquito," developed by the Viral & Human Genomics Laboratory for vector and arbovirus surveillance. The trap integrates multiple mechanisms to attract, capture, and sustain live mosquitoes for up to 24 hours in field conditions and up to 72 hours in laboratory settings. Designed for cost efficiency and adaptability in resource-limited environments, the trap is constructed from recycled materials to enhance accessibility and scalability. Mosquito attraction is facilitated by carbon dioxide (CO₂) released from dry ice, which serves as a long-range attractant, drawing mosquitoes from distances exceeding 10 meters. Additionally, the trap incorporates odor volatiles and humidity cues to enhance attraction within a one-meter range. Mosquitoes are funneled into the collection chamber through a conical entry structure, which restricts escape. The transparent plastic collection vessel further reduces exit attempts by exploiting ambient light orientation behaviors of mosquitoes. Once captured, mosquitoes have free access to a honey-impregnated FTA bait card, which provides an alternative food source, sustaining them for up to 72 hours. During feeding, mosquitoes regurgitate salivary secretions, depositing viral nucleic acids onto the FTA card, where they can remain preserved for up to seven days. Laboratory trials indicate that over 50% of captured mosquitoes probe and feed on the FTA card daily during the first three days, demonstrating the trap's efficacy in maintaining viable specimens for downstream molecular analysis.



Operating principle

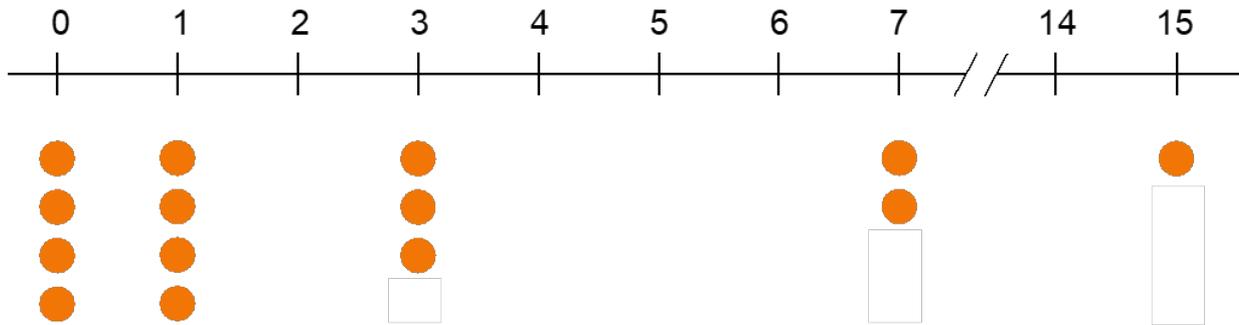
When mosquitoes encounter a CO₂ plume they will attempt to follow-it up-wind in the search of odor,

Prototipo de la trampa Yoy



Incorporación de tarjetas FTA para preservación de vRNA

RABV vRNA preservation at 40°C and 40% humidity



Day	vRNA detection
0	100% (4/4)
1	100 % (4/4)
3	75% (3/4)
7	50% (2/4)
15	25% (1/4)



Prototipo de la trampa Yoy





Despliegue y recolección de trampas Yoy



Conteo de mosquitos totales y alimentados

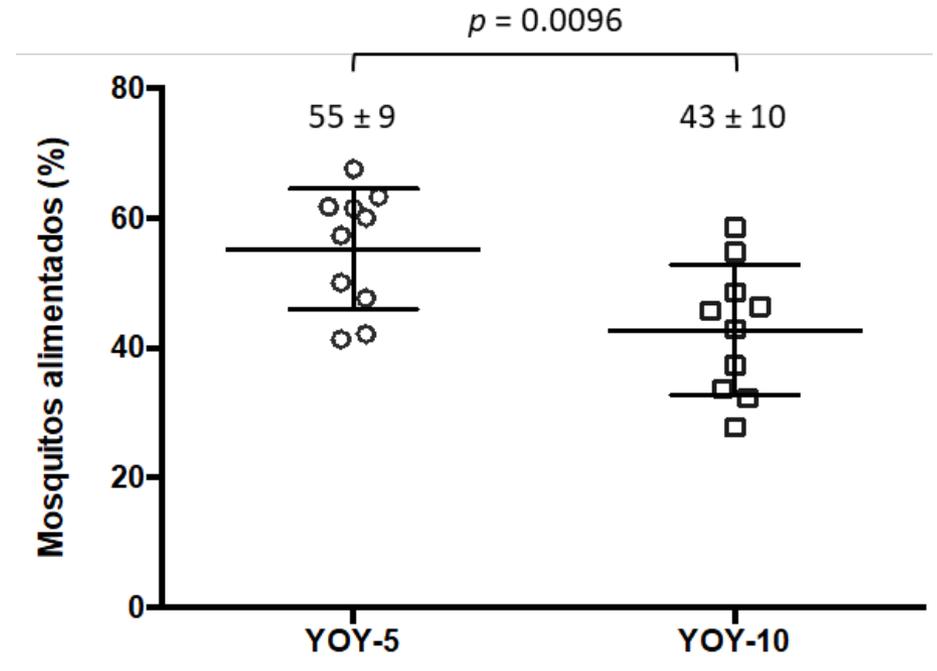
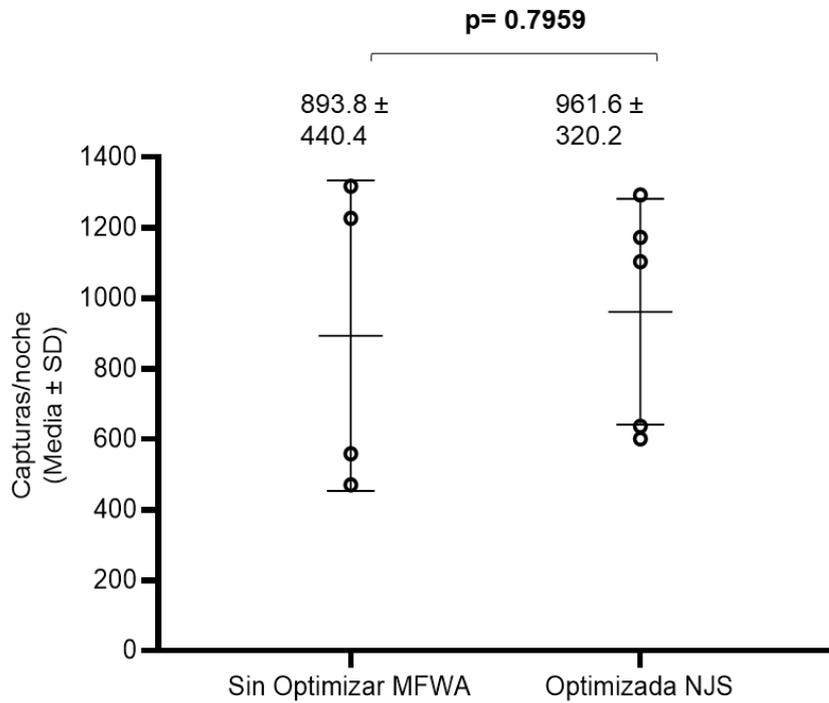


Alimentado



No-alimentado

Desempeño de la trampa Yoy





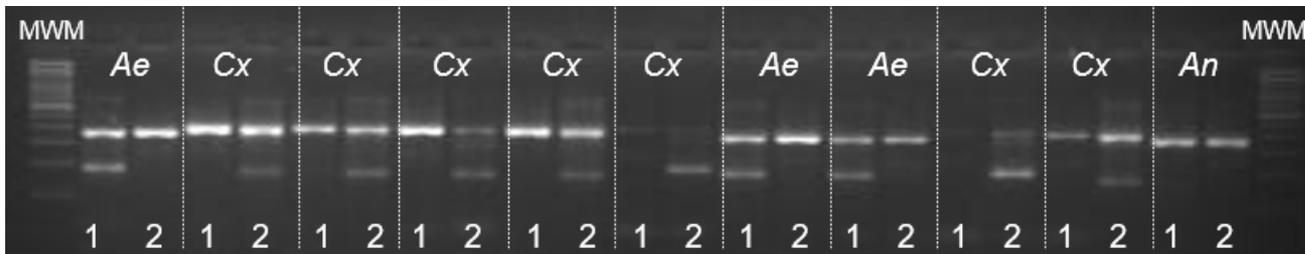
Desempeño de la trampa Yoy



Técnica de taxnomia molecular de mosquitos

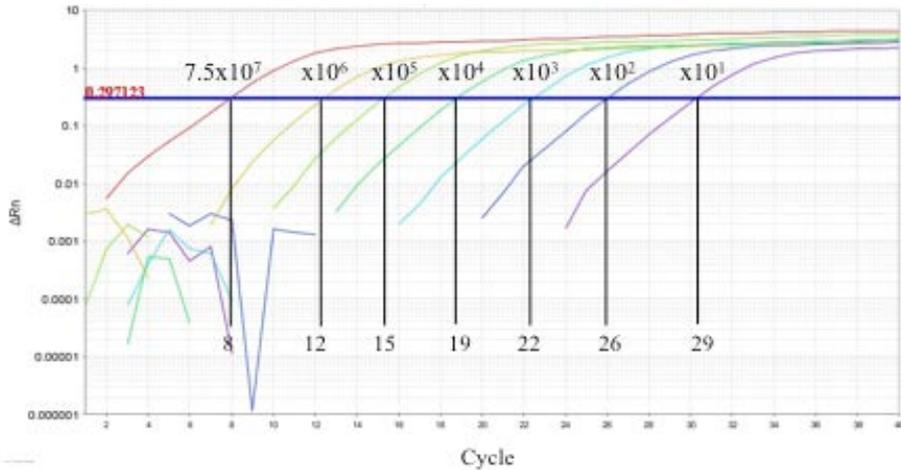
- Internal transcribed spacer 2 (ITS2) rRNA
- Primers genéricos mosquitos 328 a 557 bp
- Primer específico para *Aedes* 143 a 210 bp
- Primer específico para *Culex* 168 a 1294 bp
- Dos reacciones
- Secuenciación de Genérico permite resolver especie específica.

Genus	Species	Amplicon size (bp)		
		Mosq-F + Mosq-R2	Mosq-F + Mosq-RAE2	Mosq-F + Mosq-RCX
Aedes	abserratus	~ 354	~ 178	—
	aegypti	328	146	—
	albopictus	529	161	—
	atlanticus	391	178	—
	atropalpus	* Unknown	~ 179	—
	aurifer	* Unknown	~ 178	—
	camptorhynchus	341	167	—
	cantator	* Unknown	~ 178	—
	cataphylla	~ 384	178	—
	cinereus	347	155	—
	dorsalis	* Unknown	~ 178	—
	excrucians	* Unknown	~ 178	—
	intrudens	* Unknown	~ 178	—
	japonicus	~ 411	~ 221	—
	notoscriptus	416	191 / 342	—
	polynesiensis	434	143	—
	sticticus	* Unknown	~ 178	—
	taeniorhynchus	* Unknown	~ 210	—
triseriatus	375	179	—	
vexans	378	168	—	
Anopheles	albimanus	502	392	—
	apicimacula	473	—	—
	crucians	431	—	—
	darlingi	536	—	—
	gambiae	557	262	—
	pseudopunctipennis	502	—	—
	punctimacula	386	—	—
quadrimaculatus	466	—	—	
Culex	annulirostris	401	—	189
	erraticus	359	155	186
	erythrothorax	411	—	180
	nigripalpus	399	—	175
	pipiens	462	—	168
	quinquefasciatus	460	—	169
	restuans	409	—	185
	salinarius	417	—	194
tarsalis	415	—	191	
Psorophora	ferox	362	~ 192	—



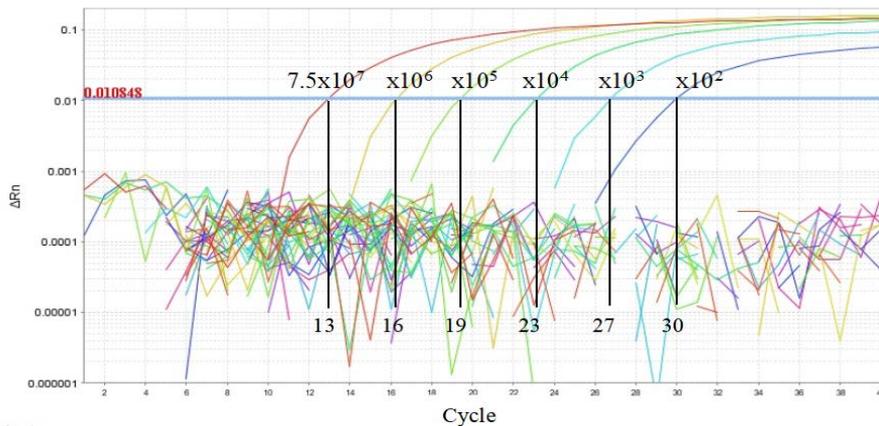
DetECCIÓN ARBOVIRAL POR RT-qPCR

DENV



Standard curve: $m = -3.57$, $Y = 36.377$, $R^2 = 0.996$
 Target amplicon T_m : $85.8 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.6 \text{ SD}$ (85.2 to 86.42 $^\circ\text{C}$)
 Limit of detection (LOD_{Det}): $7.51 \times 10^1 \text{ cp}/\mu\text{L}$
 Limit of discrimination (LOD_{Dis}): $7.51 \times 10^1 \text{ cp}/\mu\text{L}$

ZIKV



Standard curve: $m = -3.373$, $Y = 39.449$, $R^2 = 1.0$
 Limit of detection (LOD_{Det}): $7.51 \times 10^2 \text{ cp}/\mu\text{L}$
 Limit of discrimination (LOD_{Dis}): $7.51 \times 10^2 \text{ cp}/\mu\text{L}$

Elección de sitios de muestreo

Criterios de selección:

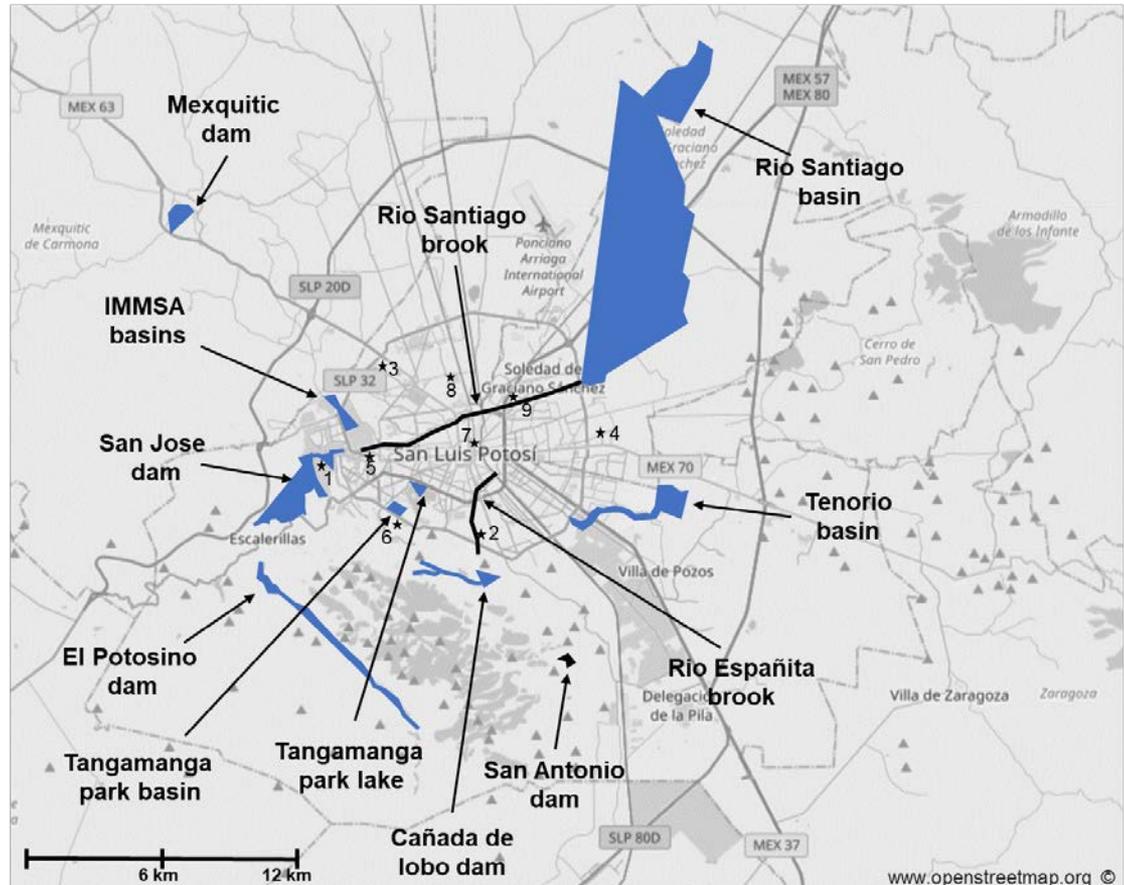
Representativos de zona periférica, suburbana y urbana.

Cercanía a cuerpos de agua.

Costo de transportación.

Resguardado de humanos.

Seguridad de zonas.



Zona metropolitana de San Luis Potosí.

Clasificación de sitios de muestreo

Site	Type	Collection site location	Flowing water	Stagnant water	Vegetation	Shade
1	City outskirts	San Jose dam	Abundant	Abundant	Abundant	Abundant
2	City outskirts	CIACYT	None	Moderate	Abundant	Abundant
3	City outskirts	Tangamanga Park basin	None	Abundant	Abundant	Some
4	City outskirts	Rio Española brook	Moderate	Abundant	Abundant	Moderate
5	Suburban	Rivera housing complex	Moderate	Moderate	Garden	Some
6	Suburban	Arboledas housing complex	None	None	Garden	None
7	Urban	City center	None	None	Flowerpots	Moderate
8	Urban	FOVISSSTE housing complex	None	None	Flowerpots	None
9	Urban	Pavon housing complex	None	None	Flowerpots	None

Colección de mosquitos durante el 2021

Número de sesiones: 20

Semanalmente: 19 Abril 2021 - 07 Junio 2021

Cada dos semanas: 21 Junio 2021 - 29 Noviembre 2021

16,319 mosquitos totales capturados.

Mayor número de mosquitos durante temporada lluviosa (1139 ± 566.4)

vs. seca (332.4 ± 184.8) ($p=0.0025$).



Resultados de capturas

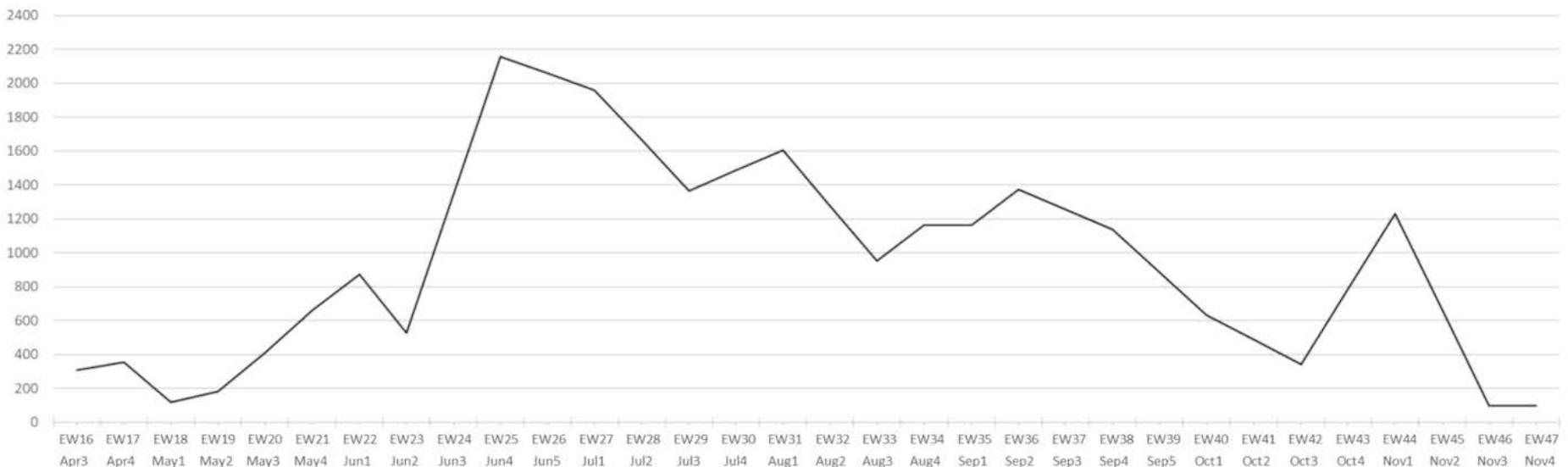
19 sesiones semanales, desde 3^{er} semana de Abr (SE 16) a 3^a semana de Nov (SE 46) 2021.

Nueve sitios distintos, empleando 10 trampas por sesión, para un total de 190 noches-trampa.

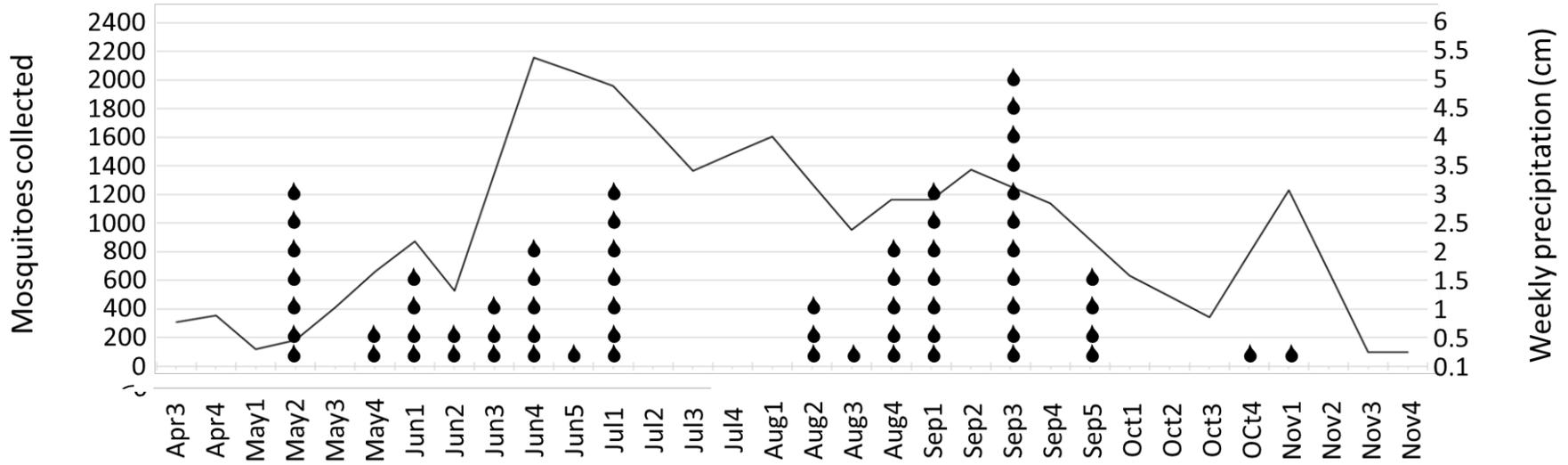
Se recolectaron 16,319 mosquitos en total:

- 98.5% (16,078) en zonas periféricas ---- > 60.6% (9,893) en la Presa
- 1.5% (243) en sitios suburbanos y urbanos.

13 (0.08%) animales no-blanco.



Resultados de capturas



Mas capturas durante temporada de lluvias vs seca (1139 ± 566.4 vs. 332.4 ± 384.8 mosquitos, $p = 0.0025$).

Mas colectas de mosquitos en temporada de lluvias (1139 ± 566.4 vs. 332.4 ± 384.8 mosquitos, $p = 0.0025$).

La temporada de lluvias inició durante la 2a semana de mayo (SE 19) hasta la 1a de octubre (SE 40).

La precipitación local fue la variable meteorológica mas asociada a la densidad poblacional de mosquitos.

Resultados: Correlación entre cobertura de nubes y mosquitos

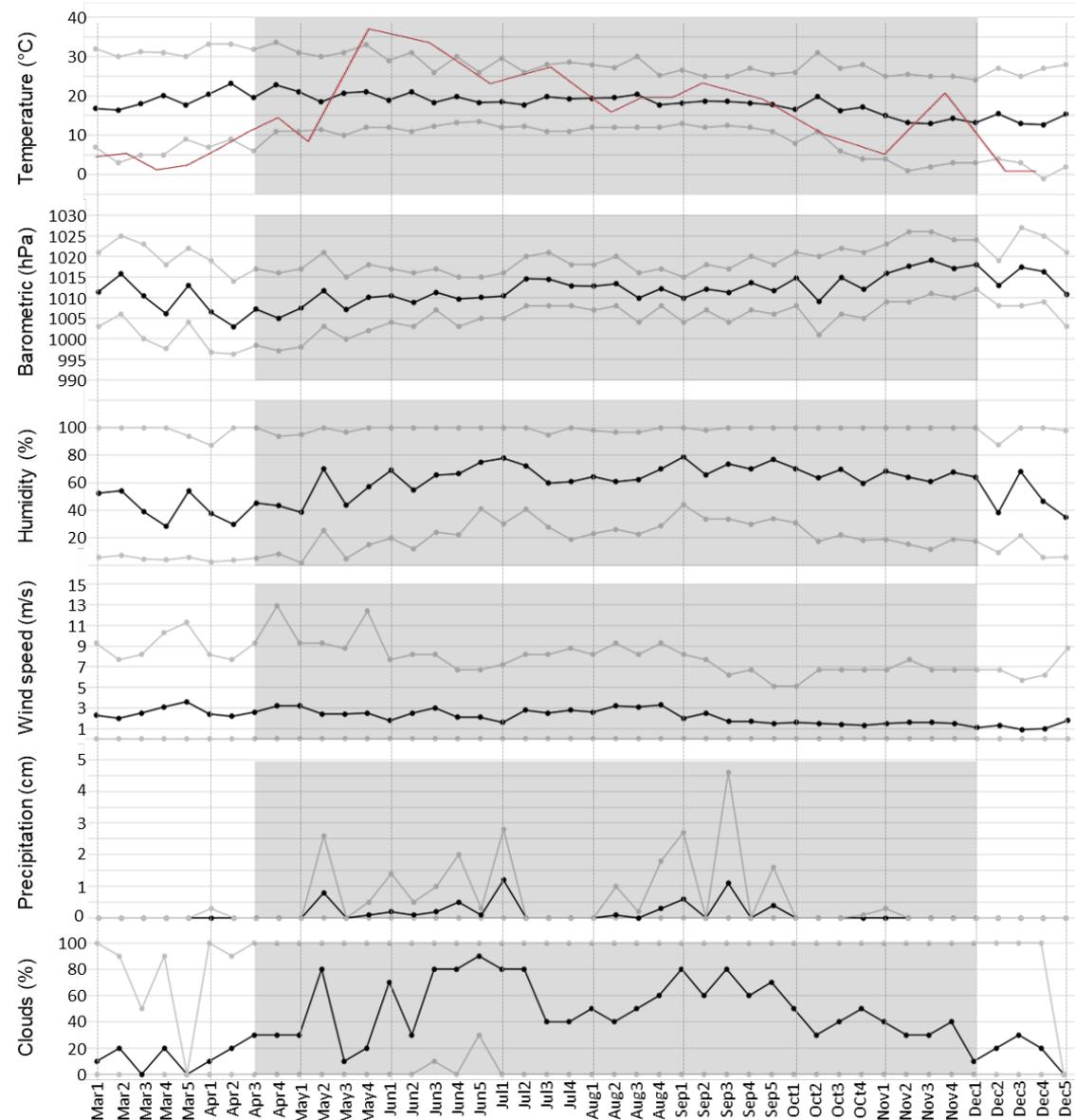
No obstante, la cobertura de nubes también funcionó como un proxy útil, al integrar los efectos de la precipitación, la humedad y la temperatura.

Durante el periodo de muestreo:

Temperatura diaria mediana de 18 °C (RIQ 14–22 °C)

Humedad diaria mediana de 63.6 % (RIQ 40.8–81.9 %) y

Precipitación diaria promedio de 0.13 ± 0.51 cm.



Extracción de DNA de mosquitos y taxonomía molecular

2804 (17.2%) mosquitos sometidos a taxonomía molecular.

Se extrajo media de $3.33 \pm 1.47 \mu\text{g}$ de DNA total de mosquitos individuales.

Índice $A^{260/280}$ de 1.95 ± 0.07

Índice $A^{260/23}$ de 2.27 ± 0.93

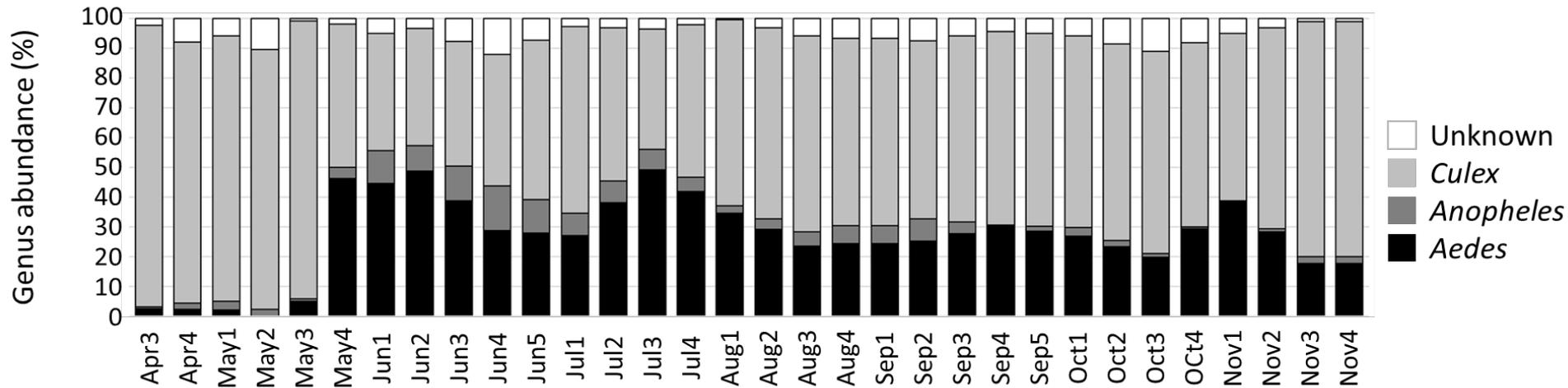
63.3 % (1,775) *Culex spp.*, 26.6 % (745) *Aedes spp.* y 4.7 % (133) *Anopheles spp.*

Únicamente 5.4 % (151) no arrojaron resultados taxonómicos



Resultados de taxonomía molecular

	Sequence based taxonomy	Isolates	Species abundance	Genus abundance	
<i>Culex spp.</i>	63.3% (1775)	<i>Culex erythrothorax</i>	10	27.03%	48.6
		<i>Culex salinarius</i>	2	5.41%	
		<i>Culex nigripalpus</i>	5	13.51%	
		<i>Culex quinquefasciatus</i>	1	2.70%	
<i>Aedes spp.</i>	26.6% (745)	<i>Ochlerotatus trivittatus</i>	10	27.03%	35.1
		<i>Aedes vexans</i>	3	8.11%	
<i>Anopheles spp.</i>	4.7% (133)	<i>Anopheles punctipennis</i>	2	5.41%	16.2
		<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>	4	10.81%	
Sin clasificar	5.4% (151)				
Total	2804 (17.4%)				





Detección de arbovirus

124 tarjetas FTA

21 tarjetas positivas (16.9%)

324 pools de cabezas de mosquitos

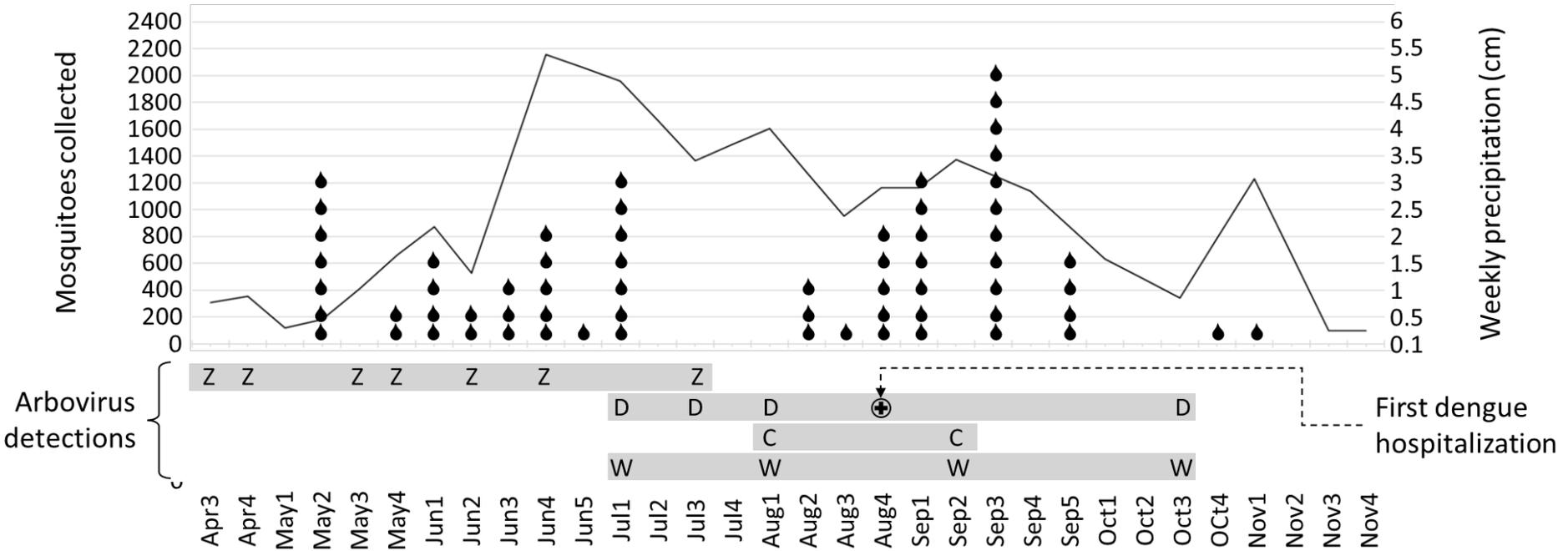
2 pools positivos (0.6%)

Virus	Detecciones totales	Porcentaje positividad
DENV	8	6.5%
ZIKV	9 (2 pools)	5.6%/0.6%
CHIKV	2	1.6%
WNV	4	3.2%

Los sitios periféricos corresponden al 81% (17/21) de las tarjetas FTA positivas.

Cerca de 3,923 (24.04%) de todos los mosquitos recolectados contribuyeron a la regurgitación en la tarjeta FTA y por ende al tamizaje arboviral.

Detección de arbovirus



Primer semestre ZIKV.

Temporada de lluvias DENV, CHIKV y WNV.

Detectamos presencia de DENV en mosquitos 8 semanas previas a 1er caso humano.

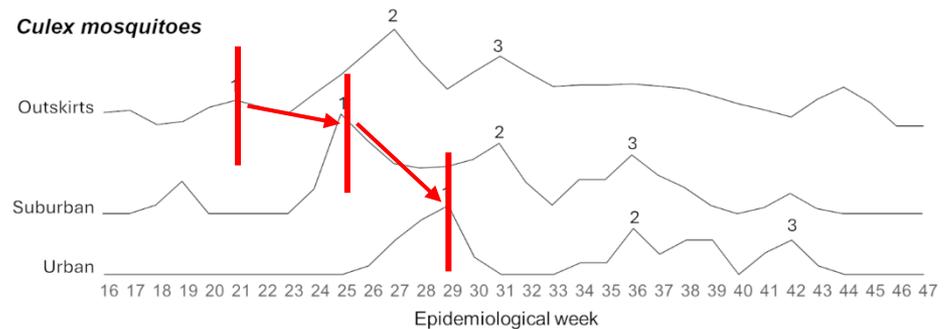
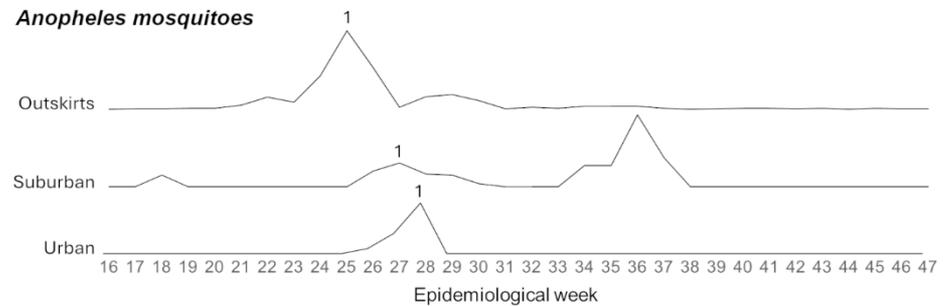
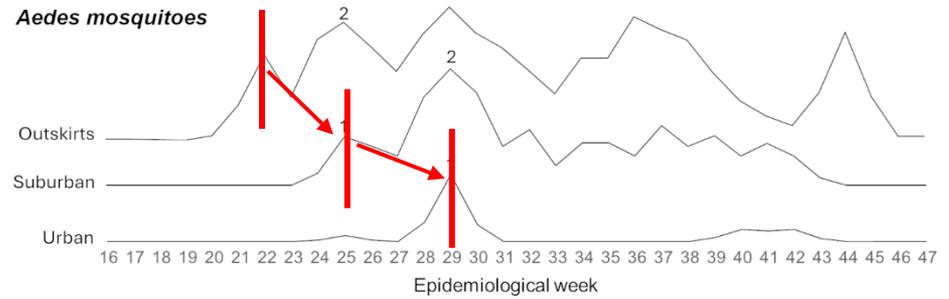
Primera vez que se detectan ZIKV, CHIKV y WNV en nuestra ciudad.

Oleadas de mosquitos y migración centrípeta

El análisis de la dinámica poblacional de mosquitos por género y sitio reveló oleadas de migración hacia interior de la ciudad.

Aedes detectado en zonas periféricas 3 semanas antes de su aparición en sitios suburbanos y 7 semanas antes de su detección en zonas urbanas.

Patrón similar para otras especies.



Riesgos asociados a vectores

Sequence based taxonomy	Isolates	Species abundance	Genus abundance
<i>Culex erythrothorax</i>	10	27.03%	
<i>Culex salinarius</i>	2	5.41%	48.6
<i>Culex nigripalpus</i>	5	13.51%	
<i>Culex quinquefasciatus</i>	1	2.70%	
<i>Ochlerotatus trivittatus</i>	10	27.03%	35.1
<i>Aedes vexans</i>	3	8.11%	
<i>Anopheles punctipennis</i>	2	5.41%	16.2
<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>	4	10.81%	

Species	Habitat	Pathogens transmitted
<i>Aedes vexans</i>	Freshwater cedar forest, pothole and playa floodwaters	WNV, EEEV, JEV, JCV, KEYV, POTV, SFV, SLEV, TVTV, VEEV, WEEV, ZIKV
<i>Ochlerotatus trivittatus</i>	Meadow, swamp and woodland floodwaters	EEEV, LACV, TVTV, WEEV, WNV and <i>Dirofilaria immitis</i>
<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>	Sunlit freshwater streams, pools and drainage ditches with abundant filamentous green algae	Plasmodium spp. CHIKV, SINV, SFV, TLAV.
<i>Culex erythrothorax</i>	Permanent constructed wetlands	WEEV, WNV
<i>Culex salinarius</i>	Permanent mangrove, tidal salt marsh and tidal brackish waters	EEEV, SFV, SLEV, TENV, UGSV and WNV
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Permanent waters of constructed wetlands and playas	CHIKV, CMV, EEEV, JEV, MVEV, RVFV, SFV, SLEV, VEEV, VSV, WNV, Plasmodium spp. <i>Wuchereria bancrofti</i>
<i>Culex nigripalpus</i>	Permanent waters, ubiquitous in fresh water occasionally in brackish waters	EEEV, KEYV, SLEV, VEEV, VSV, WNV,



Costos

Costo de construcción de una trampa Yoy individual es <3.2 USD mientras que su costo operativo promedia 5.3 USD por trampa/noche.

Las trampas comerciales para mosquitos —como Passive Box Traps, SMACK, BG-Sentinel, CDC Light Traps y Encephalitis Vector Survey Light Traps—oscilan entre 85 y 400 USD por unidad.

El costo estimado de implementar un sistema de vigilancia entomo-viológica en una ciudad del tamaño de San Luis Potosí, utilizando 10 trampas Yoy con colectas quincenales de mosquitos, es de aproximadamente 170,000 USD anuales.

En contraste, los programas de vigilancia de arbovirus en Estados Unidos —basados en el análisis de grupos de mosquitos (mosquito pool testing) o en animales centinela— varían según el estado, con presupuestos anuales reportados entre 2.7 y 13 millones de USD.



Conclusión

En resumen, estos hallazgos destacan el valor en salud pública de implementar este sistema de vigilancia entomo-virológica costo-efectivo.

Sin embargo, una limitación clave del estudio es su incapacidad para estimar la prevalencia de arbovirus en las poblaciones vectoriales, lo que subraya la necesidad de estrategias complementarias para abordar esta limitación.

Factores como el aerotransporte y el comercio global, la urbanización, los cambios en el uso del suelo y el cambio climático continúan moldeando la epidemiología de las enfermedades transmitidas por mosquitos.

Las tendencias actuales no muestran indicios de mejoría en las próximas décadas, lo que pone de manifiesto la necesidad de una vigilancia sostenida, esfuerzos de control dirigidos y estrategias de salud pública adaptativas.

Laboratorio de Genómica Viral & Humana BSL-3, Facultad de Medicina UASLP

- Dr. Christian A. García-Sepúlveda (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- Dra. Sandra E. Guerra-Palomares (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- LTS. Dulce M. Hernández Piña (Lab Manager)
- Dr. Andreu Comas García (Epidemiología molecular)
- Dra. Sofía Bernal Silva (Virología molecular)
- Dr. Fernando Díaz-Barriga Martínez (One Health)
- Dr. Guillermo Espinosa Reyes (Salud y Toxicología Ambiental)
- Dr. Mauricio Comas García (Microscopía electrónica y virología estructural)
- Dr. Roberto González Amaro (Inmunología)
- Dr. Juan Carlos Cuevas Tello (Aplicaciones de algoritmos de inteligencia artificial)
- Biol. Ignacio Amezcua Osorio (Trabajo de campo con murciélagos)
- MVZ. Carolina Escalante Vargas (Trabajo de campo con murciélagos)

Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN

- Dra. Ma. Isabel Salazar Sánchez (Virología molecular e inmunología)
- Dr. Jesús Miguel Torres Flores (Operaciones BSL-3)
- Dr. Joel Armando Vázquez Pérez (Virólogo especializado en Influenzavirus)
- Dr. Rosa Elena Sarmiento Silva (Viróloga especializada en virus respiratorios)

Departamento de Inmunología del Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM

- Dra. Clara Inés Espitia Pinzón (Operaciones BSL-3)
- Dr. Antonio García Knight (Inmunólogo viral con énfasis en virus emergentes)
- Dr. Renato León Rodríguez (Virología molecular)
- Dr. Wenceslao Coronado Aceves (Evaluación de fármacos in vitro e in vivo)
- Dra. Georgina Diaz Herrera (Médica Veterinaria pequeñas especies)
- Maestra Erika Segura Salinas (Evaluación de fármacos potenciales)



FACULTAD DE
MEDICINA
UASLP



CENTRO COLABORADOR
OMS/OPS UASLP-MÉXICO



LABORATORIO DE GENOMICA VIRAL Y HUMANA
FACULTAD DE MEDICINA
UASLP

Viral & Human Genomics Laboratory

A Biosafety Level 3 (BSL-3) High-Biocontainment Facility and member of the
WHO Collaborating Centre on Health Risk Assessment
San Luis Potosí State University, School of Medicine



www.genomica.uaslp.mx



GenomicaUASLP



GenomicaUASLP