

# Generación de la herramienta para la recopilación de datos de la dinámica epidemiológica del Zika

## Generation of the tool for the collection of data on the epidemiological dynamics of Zika

Carmine Stephanie Miranda-Medina<sup>1</sup>, Melquizedec Moo-Medina<sup>1\*</sup> y Rodrigo Mazún-Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Tecnológico Superior Progreso, Boulevard Víctor Manuel Cervera Pacheco S/N x 62, C.P. 97320, Progreso, Yucatán, México.*

*\*Corresponding author:  
mmoo@itsprogreso.edu.mx*

**Resumen.-** A finales del año 2015 e inicios de año 2016 se detectaron varios casos de flavivirus o comúnmente llamado Zika en México siendo algo alarmante para familias con mujeres embarazadas o próximas a embarazarse y las cifras pusieron a Yucatán como el segundo estado con más casos de esta infección. El Zika es un virus que a simple vista no trae complicaciones a la salud de la persona infectada, muchas personas la confunden con una gripe común, sin la necesidad de darle la importancia al no acudir a un centro de salud cercano para un tratamiento adecuado. El propósito de esta investigación es desarrollar una herramienta informática que permita obtener datos cuantitativos que permitan conocer de forma automática si un paciente se encuentra infectado, conocer la dinámica de esta enfermedad y que las campañas de salubridad apoyen a reducir el índice de casos en la región.

**Palabras clave:** Epidemiología, Zika, enfermedad.

**Abstract.-** At the end of 2015 and the beginning of 2016 several cases of flavivirus or commonly called Zika in Mexico were detected, being something alarming for families with pregnant women or those who are about to become pregnant, and the figures put Yucatan as the second state with the most cases of this infection. . Zika is a virus that at first sight does not bring complications to the health of the infected person, many people confuse it with a common flu,

without the need to give it the importance of not going to a nearby health center for proper treatment. The purpose of this research is to develop a computer tool that allows obtaining quantitative data that allows to know automatically if a patient is infected, know the dynamics of this disease and that health campaigns support to reduce the rate of cases in the region.

**Keywords:** Epidemiology, Zika, disease.

### I. INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene gran impacto en materia de avance tecnológico y de salud, pues apoya a la toma de decisiones para aplicación de programas gubernamentales, tales como campañas de vacunación, de fumigación, entre otros, que requieren saber dónde tendría el mayor beneficio para la aplicación del programa promovido. Además, genera nuevo conocimiento que permite estudiar la dinámica epidemiológica de la infección del Zika (Lourenco, et. Al., 2017).

En los últimos años ha habido un creciente número de personas infectadas del virus de Zika que se presentan como brotes epidemiológicos y que no se salen de control sanitario. Los brotes de Zika se están generando de manera más frecuente en las temporadas de lluvia. Esta investigación es de gran

importancia pues nos permitirá generar una herramienta para obtención de datos que generará un beneficio sobre el país al tener monitoreado los focos de infección de la enfermedad.

May-Cen (2016) sugiere controlar la población de mosquitos a través de un modelo depredador-presa en ecuaciones diferenciales. Por otro lado, Lee, Liu & Pietz (2016) sugiere una vigilancia digital para la oportuna toma de decisiones de salubridad.

Después de generar un historial sobre los contagios infecciosos del Zika, se generarán modelos epidemiológicos a través de ecuaciones diferenciales que nos permitan predecir el desarrollo de cierta enfermedad a partir de la información inicial sobre un brote de enfermos, lo cual sería en materia de prevención y salubridad con gran impacto benéfico para nuestro país.

Hoy por hoy, no existe una encuesta o formulario que sin sustituir el diagnóstico médico puede proporcionar con cierto nivel de probabilidad la certeza de presentar la infección. El objetivo central de este trabajo es el de construir y calibrar un formulario que indique de manera automática y con cierta probabilidad si un paciente se encuentra infectado.

Como objetivo está el determinar la probabilidad de una infección de Flavivirus (Zika) considerando la probabilidad que existe en el análisis de datos del diagnóstico previo con el fin de generar una herramienta con un grado determinado de confianza aceptable al procesar los datos.

#### *A. El virus del Zika*

La infección por el virus del Zika es causada por la picadura de mosquitos infectados del género *Aedes*, y suele generar sarpullidos, fiebre leve, conjuntivitis y dolores musculares.

El virus fue aislado por primera vez en 1947 en el bosque de Zika, en Uganda, África. Desde entonces, se ha encontrado principalmente en África y ha generado brotes pequeños y esporádicos también en Asia. En 2007 se describió una gran epidemia en la Isla de Yap, Micronesia, donde cerca del 75% de la población resultó infectada.

Solamente una de cada cuatro o cinco personas infectadas por el virus del Zika desarrolla la enfermedad Zika. Es decir, un 75 a 80% de los infectados no llegan a ser conscientes de la infección

al no desarrollar síntomas. Otras enfermedades producidas por flavivirus también pueden cursar de forma asintomática, como el Dengue o el virus del Nilo (Priyamvada, et. Al., 2016).

En los casos en los que se desarrolla la enfermedad, ésta aparece tras un período de incubación de entre 3 y 12 días. Los síntomas suelen ser de intensidad leve y corta duración, entre 2 y 7 días. Con frecuencia no se llega a conocer el diagnóstico etiológico, o se considera como Dengue o Chikungunya (Priyamvada, et. Al., 2016).

El Zika se transmite a las personas por la picadura de mosquitos del género *Aedes* infectados. Se trata del mismo mosquito que transmite el Dengue y la Chikungunya. Además, este virus se puede transmitir a través de las relaciones sexuales. Se ha encontrado el virus en la sangre, la orina, el líquido amniótico, el semen, la saliva y el líquido que baña el encéfalo y la médula espinal (Calvet, et. Al., 2016).

Pese al conocimiento limitado sobre el virus del Zika y las maneras en las que puede transmitirse, lo siguiente sugiere que puede presentar un riesgo para la seguridad de la sangre:

- El Zika se ha detectado en donantes de sangre en áreas donde circula el virus.
- Se ha documentado transmisión de otros virus relacionados (Dengue, Chikungunya y virus del Nilo Occidental) por transfusión de sangre, por lo que podría ser posible la transmisión del virus del Zika
- Las autoridades de Salud de Brasil han reportado dos casos de posible transmisión del virus por transfusión de sangre.

Se necesitan más estudios para evaluar la prevalencia del virus y de la transmisión por transfusión y productos de sangre, para entender mejor los riesgos que el Zika presenta. (OMS, 2017a)

La prevención consiste en reducir las poblaciones de mosquitos y evitar las picaduras, que suelen ocurrir principalmente durante el día. Con la eliminación y el control de los criaderos del mosquito *Aedes Aegypti*, disminuyen las posibilidades de que se transmita el Zika, el Chikungunya y el Dengue. Se requiere de una respuesta integral que involucre a varias áreas de acción, desde la salud, hasta la educación y el medio ambiente (Secretaría de Salud, 2017). Para eliminar y controlar al mosquito se recomienda:

- Evitar conservar el agua en los recipientes en el exterior (macetas, botellas, envases que puedan acumular agua) para evitar que se conviertan en criaderos de mosquitos.

- Tapar los tanques o depósitos de agua de uso doméstico para que no entre el mosquito.
- Evitar acumular basura, y tirarla en bolsas plásticas cerradas y mantener en recipientes cerrados.
- Destapar los desagües que pueden dejar el agua estancada.
- Utilizar mallas/mosquiteros en ventanas y puertas también contribuye a disminuir el contacto del mosquito con las personas.

Para evitar la picadura del mosquito se recomienda tanto a personas que habitan en zonas donde hay casos como a los viajeros y especialmente a embarazadas:

- Cubrir la piel expuesta con camisas de manga larga, pantalones y sombreros
- Usar repelentes recomendados por las autoridades de salud y aplicar como indica las etiquetas
- Al dormir durante el día, protegerse con mosquiteros.

Las mujeres embarazadas o que tengan previsto quedarse embarazadas y sus parejas sexuales deberían extremar las precauciones para protegerse de las picaduras del mosquito que transmite el virus de Zika. Las embarazadas residentes en zonas donde se sepa que hay transmisión del virus de Zika deberían seguir las mismas directrices de prevención que la población general (OMS, 2017b).

## II. METODOLOGÍA

Este proyecto permitirá el desarrollo de una herramienta para la recopilación de datos que proporcionen parámetros para un modelo matemático de la dinámica de Zika en términos de ecuaciones diferenciales (May-Cen, 2016). El desarrollo de este proyecto tiene procedimientos definidos de acuerdo a los objetivos planteados.

El proyecto actual se basa en una metodología documental por lo que todo será fundamentado, recordemos que la metodología documental es un instrumento de apoyo que facilita el proceso de investigación científica teniendo información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

El documento inicia con la investigación de la definición de esta enfermedad (Cabrera-Gaytán & Galván-Hernández, 2016), seguido del proceder de esta, los síntomas, la transmisión, el tratamiento, las complicaciones que pudiera tener, diferencia entre otras enfermedades similares, la prevención y los estados de la república mexicana donde se

manifestaron más casos durante los últimos dos años, todo esto para llevarnos al análisis para el desarrollo de la herramienta con la que se obtendrá la información necesaria para el desarrollo del modelo matemático.

Se toman casos de personas sanas y de personas que han presentado o han sido diagnosticadas con el virus del Zika previamente, estas personas evalúan la herramienta al ser sujetas al experimento. La población se tomó de los perfiles de redes sociales en el estado de Yucatán. Como pilotaje del instrumento, se eligió a un conjunto de 40 personas en donde 3 de ellas habían desarrollado y manifestado síntomas del Zika.

En el proceso de investigación se tiene como objetivo la recolección de información, pues de ello depende la confiabilidad y validez del estudio, por lo tanto, es necesario de herramientas que faciliten su obtención.

El cuestionario es la herramienta de búsqueda de información cuando de estadísticas se habla. Es una forma organizada y práctica de hacer preguntas y respuestas, un sistema adaptable a cualquier campo que busque una opinión generalizada de un tema en específico, sin embargo, también es aplicable en relaciones intrapersonales como las entrevistas. Para elaborar un cuestionario es necesario tener en cuenta cada tópico relevante del tema a tratar, estos por lo general, son los que tienen un impacto directo en la sociedad.

Cada una de las preguntas, Tabla 1, fue realizada teniendo en cuenta la sintomatología que presenta la enfermedad (Cabrera-Gaytán & Galván-Hernández, 2016), las tres primeras se consideran las más importantes del cuestionario ya que estas representan los síntomas clave para sospechar que el paciente ya puede estar presentando un cuadro de Zika (González Rodríguez, et. Al., 2016).

El cuadro representativo de síntomas del Zika serían la fiebre leve, el exantema y el enrojecimiento de los ojos, una vez que el paciente evaluado presenta estos síntomas el médico puede empezar a sospechar que este presenta la enfermedad ya antes mencionada, lo que procede con el exámenes de sangre correspondientes y dependiendo de estos el paciente llevara un tratamiento dependiendo de su sexo y del estado en el que se presente, en especial el caso de las mujeres que estén embarazadas o en planes de embarazo.

La primera pregunta es una de las preguntas básicas que realizan la mayoría de los médicos ya que es un síntoma al que le dan la mayor importancia y al que

le dan prioridad. En el Zika la temperatura no sobre pasa de los 38° grados por lo que son solo leves irritaciones que pueden hasta pasar desapercibida.

**Tabla 1. Primer cuestionario implementado. Fuente: Elaboración propia.**

Pregunta	Respuestas posibles
1. ¿Ha presentado fiebre en los últimos 3 a 7 días?	A) De a 36° a 38° B) De 38° a 40° C) No he presentado fiebre
2. ¿Ha notado enrojecimiento (conjuntivitis) en los ojos?	A) No, solo el dolor de ojos B) Sí, pero tengo pus C) Sí, pero no hay pus
3. ¿Ha presentado erupciones de color rojizo levemente sobre elevadas (exantema*) en partes del cuerpo?	A) Sí, en partes del cuerpo y hay comezón B) Sí, en el rostro y partes del cuerpo, no hay comezón C) No, aun no manifiesto
4. ¿Ha tenido dolor en las articulaciones?	A) Sí B) No
5. ¿Ha sentido dolor muscular?	A) Sí B) No
6. ¿Ha tenido dolor de cabeza?	A) Sí B) No
7. ¿Ha presentado hinchazón en el cuerpo?	A) Sí B) No
8. ¿Ha presentado prurito?	A) Sí B) No

La segunda pregunta también es un síntoma clásico del Zika, los ojos suelen enrojecerse y presentar irritación. La tercera es el síntoma que termina de formar el cuadro de un doctor para inmediatamente sospechar que el paciente puede presentar en esos momentos Zika.

A partir de la cuarta pregunta se podría decir que son síntomas que acompañan de la mano a las tres primeras, no todos los pacientes desarrollan de la misma forma los síntomas por lo que normalmente los doctores pueden basarse también de los siguientes síntomas para arrojar un cuadro de Zika. Por lo regular el dolor de articulaciones y muscular son síntomas que acompañan a la fiebre, aunque en este caso el paciente puede presentar estos síntomas antes de notar la leve temperatura que puede estar presentando.

La conjuntivitis presenta por lo regular dolor de cabeza, a veces los pacientes no presentan un enrojecimiento en los ojos que puedan vincularse con el primer cuadro, pero sabiendo que existe dolor de cabeza se puede empezar a asociar que tal vez el dolor de cabeza pueda alojarse en la parte posterior de los ojos con lo que se pueda asociar con el virus del Zika.

Las últimas dos preguntas son al igual que las anteriores un conjunto que acompañan con regularidad al exantema, al ser una capa enrojecida que sobresale de la piel puede fácilmente asociarse con salpullido (prurito) o hinchazón.

Todos estos síntomas fueron evaluados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en la siguiente imagen se puede mostrar la lista de los síntomas más relevantes, sin embargo, muchos de estos síntomas se asocian entre sí por lo que solo se tomaron los más comunes para el formulario base que se tomara como herramienta para el modelo matemático.

*A. Entrevista con especialista*

Las entrevistas pueden ser de tipo científicas, cuya intención es promover la investigación sobre algún tema relacionado con la ciencia y que supone la obtención de información en torno a la labor de un individuo o grupo para poder influir sobre las opiniones y sentimientos que la comunidad a la que vaya dirigida la entrevista tenga sobre ese tema.

A través de una vinculación con el IMSS, se obtuvieron respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son los síntomas que normalmente presenta una persona portadora del virus del Zika?

Es una enfermedad febril, la primera condición es que debe tener fiebre de 38 grados, no más. El otro dato que es un signo ya que se mira, se observa, es el exantema, la rasquera, la erupción en la piel, si se ve esto enseguida se piensa en Zika, otro dato es la conjuntivitis, si hay fiebre, exantema y conjuntivitis hay que pensar en Zika, además si viene con dolores de cabeza, dolores articulares, mareos.

2. ¿Cuánto tiempo duran los síntomas de una persona infectada?

Alrededor de tres o cuatro días

3. Se conoce que algunas mujeres y hombres luego de haber sido contagiados tienden a tener complicaciones como lo son la microcefalia en mujeres embarazadas o con planes de embarazo o el síndrome Guillain-Barre (en el caso de los hombres) ¿Opinas que puede vincularse el virus con estas enfermedades?

Por supuesto que sí, ya está comprobado.

4. ¿Por lo general cuanto tiempo tarda una persona contagiada por el virus eliminarlo de su sistema?

Alrededor de 120 días.

5. ¿Una persona que ya ha estado contagiada por el virus Zika puede contagiarse nuevamente?

No, crea inmunidad

6. ¿Qué maneras considera las apropiadas para la prevención del virus?

El control de mosquitos, que las personas se interesen y que los criaderos se disuelvan.

7. ¿Consideras que se le está dando la atención adecuada a esta enfermedad?

Si, pero la gente tiene que involucrarse más y educarse.

8. ¿se han presentado casos donde la familia es contagiada?

Si, pero como el virus es muy tenue y los síntomas solo los presentan 1 de cada 10 personas por lo son muy inusuales los casos en la que toda la familia lo manifiesta.

9. ¿Cuáles son las vías de contagio?

Vectores, sanguíneos, sexual y de madre a hijo.

### III. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Con base a la entrevista y a la investigación se planeó un sistema de relación de respuesta, teniendo como clave la relación de los síntomas colocándoles una ponderación por cada respuesta relacionada con la sintomatología del virus quedando de esta manera:

A continuación, se muestra en la Tabla 2 los resultados del primer experimento con el formulario, la prueba se realizó solo a las personas que ya han tenido un cuadro de Zika para corroborar la sintomatología y la relación de respuestas que estos pudieran tener, el punto de este experimento es asumir que las personas enfermas presenten en sus resultados un cuadro del 90% de probabilidad acertado. La manera de interpretar las Tablas 2, 3 y 5 es la siguiente: el primer renglón indica el número de la pregunta, mientras que la letra señalada consiste de la respuesta recibida de acuerdo a la Tabla 1.

**Tabla 2. Primera prueba del Formulario 1 a pacientes que ya han tenido Zika. Fuente: Elaboración propia.**

1	2	3	4	5	6	7	8	%
c	a	b	a	a	a	a	a	40%
c	a	b	a	a	a	a	a	40%
a	a	a	a	a	a	b	a	52%

Como se muestra en la Tabla 2, con las preguntas establecidas, ninguno de los pacientes llega al porcentaje que se deseaba con el formulario, teniendo

en cuenta los resultados se concluye que el formulario es insuficiente, está mal planteado y por tanto requirió ajustarse para adaptarlo a la solución.

**Tabla 3. Prueba del Formulario 2 a pacientes que ya han tenido Zika. Fuente: Elaboración propia.**

1	2	3	4	5	6	7	8	%
b	a	b	a	a	a	a	b	53%
a	c	a	a	a	a	a	b	83%
a	a	a	a	a	a	a	a	55%

Como se puede ver el reajuste de las preguntas hizo que el valor del porcentaje aumentara, sin embargo, se debe plantear una nueva prueba con modificaciones al formulario 2.

En esta ocasión el formulario fue aplicado a un grupo de personas sanas que dieron su opinión respecto al formulario en el caso de ellos, las respuestas tuvieron una ponderación muy baja, sin

embargo, en una de sus observaciones mencionaron que el formulario debía estar en dos tiempos (en pasado y el presente) ya que de esta manera se podrían recopilar casos antiguos de Zika.

**Tabla 3. Prueba del Formulario a pacientes sanos y respuestas del formulario 3. Fuente: Elaboración propia.**

1	2	3	4	5	6	7	8	%
b	a	c	b	b	b	b	b	15%
b	a	c	b	b	b	b	b	15%
b	a	a	a	a	a	b	a	38%
b	a	c	b	b	b	b	b	15%
b	a	c	b	b	b	b	b	15%
b	a	c	b	b	b	b	b	15%
b	a	c	b	b	b	b	b	15%

En vista de que la resolución no concordaba, se plantearon modificaciones al formulario 1, este ajuste contribuirá para recopilar parámetros indispensables

para el futuro modelo matemático. La nueva versión de la encuesta puede verse en la Tabla 4.

**Tabla 4. Modificación de formulario 1. Fuente: Elaboración propia.**

Preguntas	Respuestas posibles
1. ¿Te has realizado un análisis de sanguíneo?	A) Si B) No
2. ¿El resultado del análisis sanguíneo fue positivo?	A) Si B) No
3. Género	A) Mujer B) Hombre
4. Edad	
5. ¿En qué mes y año se suscitó el contagio?	Mes/Día/Año
6. ¿Cuántos días duraron los síntomas?	
7. ¿Presentas fiebre durante la sintomatología?	A) De 38° a 40° B) No C) De 36° a 37°
8. ¿Notaste enrojecimiento en los ojos?	A) No B) No, solo el dolor de los ojos C) Sí
9. ¿Presentaste erupciones de color rojizo en partes del cuerpo?	A) Sí, y hay comezón B) Sí, pero no hay comezón C) No
10. ¿Tuviste dolor en las articulaciones?	A) Si B) No
11. ¿Tuviste dolor muscular?	A) Si B) No
12. ¿Tuviste dolor de cabeza?	A) Si B) No
13. ¿Presentaste hinchazón en el cuerpo?	A) Si B) No
14. ¿Presentas prurito?	A) Si B) No

Con base a este nuevo formulario se practica nuevamente en las primeras personas las cuales fueron casos confirmados de Zika.

**Tabla 5. Respuestas al formulario de la Tabla 4. Fuente: Elaboración propia.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	%
a	a	a	47		7	a	c	a	a	a	a	a	b	95%
a	a	b	21		6	a	c	a	a	a	b	b	a	89%
a	a	a	30		7	a	a	b	a	a	b	b	b	56%

De esta manera, con base a los resultados y diversas pruebas al cuestionario la resolución de este tuvo múltiples cambios en la ponderación y reacomodo quedando tal y como se muestra en la Tabla 5.

A través de la encuesta se hicieron algunos descubrimientos:

El 70% de las personas que presentan síntomas comunes a la enfermedad realmente están contagiadas si estás cuentan con los 4 síntomas comunes, un 50% si estas presentan tres síntomas, un 20% si estas presentan dos síntomas y un 10% si las personas cuentan al menos un síntoma en un rango de 7 días.

A lo largo de este estudio se realizaron encuestas con base a la entrevista que se pudo realizar con un especialista quien argumenta que una de cada diez personas infectadas presenta los síntomas característicos de la enfermedad, lo cual implicó mayor dificultar para adecuar el formulario.

En un principio se realizaron encuestas a cuarenta personas en internet, las cuales tres de ellas resultaron positivas a las pruebas, estas personas habían confirmado estar infectadas de Zika en el periodo de 2016-2017.

Estas tres personas confirmaron haber tenido de cuatro a siete de los síntomas de la enfermedad probando que el primer punto de esta hipótesis ya que los casos positivos que se realicen en las pruebas realmente serán casos confirmados y con una probabilidad del 70%.

La persona que tuvo de tres a cuatro síntomas fue un caso positivo confirmado sin embargo teniendo en cuenta que el cuerpo humano de persona a persona

varia en síntomas podemos asumir el 50% de probabilidad probando el segundo grado que se menciona en la hipótesis anterior.

El resto de las personas que respondieron el formulario aseguraron no haber tenido ningún síntoma anteriormente investigado, sin embargo, se presentaron casos en los que se marcaron haber tenido algún síntoma, pero al ser un intervalo de confianza menor al 50% se descarta completamente dejando por cumplida la hipótesis.

#### IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se documenta la elaboración de la encuesta para el diagnóstico automático, sin menoscabo del diagnóstico médico, del contagio por el virus Zika. Una herramienta de este tipo también puede extenderse para enfermedades del mismo tipo como Dengue y Chikungunya.

Un valor agregado de esta investigación es el hecho de que las encuestas se responden en internet, esto hace factible conocer la ubicación geográfica del paciente infectado.

En este momento la investigación ha concluido con la elaboración de la herramienta la cual ya se está implementando vía web, aunque en estos momentos se encuentra en pruebas, registrando casos con forme las personas van respondiendo el formulario de ingreso.

Lo siguiente que se pretende alcanzar es implementar la herramienta para introducir parámetros en un modelo matemático para su ejecución, el cual nos dará un mapa con los casos registrado y las zonas con probables focos de infección.

## REFERENCIAS

- Cabrera-Gaytán, D. A., & Galván-Hernández, S. A. (2016). Manifestaciones clínicas del virus Zika. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 54(2).
- Calvet, G., Aguiar, R. S., Melo, A. S., Sampaio, S. A., De Filippis, I., Fabri, A., ... & Tschoeke, D. A. (2016). Detection and sequencing of Zika virus from amniotic fluid of fetuses with microcephaly in Brazil: a case study. *The Lancet infectious diseases*, 16(6), 653-660.
- González Rodríguez, R., Cardentey García, J., Corbillón Correa, J. C., & Hernández Izquierdo, A. (2016). Educative intervention about Zika viral disease in residents of General Integral Medicine. *Medimay*, 22(3), 147-157.
- Lee, E. K., Liu, Y., & Pietz, F. H. (2016). A compartmental model for Zika virus with dynamic human and vector populations. In *AMIA Annual Symposium Proceedings* (Vol. 2016, p. 743). American Medical Informatics Association.
- Lourenço, J., de Lima, M. M., Faria, N. R., Walker, A., Kraemer, M. U., Villabona-Arenas, C. J., ... & Recker, M. (2017). Epidemiological and ecological determinants of Zika virus transmission in an urban setting. *eLife*, 6.
- May-Cen, I. de J. (2016). MODELOS DE DINÁMICA POBLACIONAL EN ECOLOGÍA. *Revista del Centro de Graduados del Instituto Tecnológico Superior de Mérida*, 32 (60) ISSN: 0185-6294.
- OMS (2017a) Enfermedad por el virus Zika recuperado el 16 de junio de 2017 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/zika/es/>
- OMS (2017b) Pruebas de laboratorio para la infección por el virus Zika recuperado el 16 de junio de 2017 <http://www.who.int/csr/resources/publications/zika/laboratory-testing/es/>
- Priyamvada, L., Quicke, K. M., Hudson, W. H., Onlamoon, N., Sewatanon, J., Edupuganti, S., ... & Ahmed, R. (2016). Human antibody responses after dengue virus infection are highly cross-reactive to Zika virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(28), 7852-7857.
- Secretaría de Salud, Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud (2017) Casos confirmados de enfermedad del virus del Zika 2017 recuperado el 18 de Junio de 2017 <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/avisos/zika.html/>