

Mapeando el desastre: Uso de drones para la ubicación y evaluación de daño después de un sismo de alta magnitud en el sureste de México

STEPHANIE P. GEORGE¹, GABRIELA REYES¹, DINOSCA RONDÓN¹, ASTRID HUECHACONA¹,
PABLO MOCTEZUMA GONZÁLEZ² Y SÉBASTIEN PROUST³

¹Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). Calle 43, No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

²Instituto Internacional de Recursos Renovables A.C. (IRRI). Amatlán 37, Col. Condesa, 06140, Ciudad de México, México.

³The Nature Conservancy (TNC): Yucatán, México. Calle 25, No. 187-B x 8 y 10, Col. García Ginerés, 97070, Mérida, Yucatán, México.

stephanie.p.george@gmail.com

El sismo del 7 de septiembre de 2017 fue un desastre de gran magnitud que afectó al sureste de México, causando gran destrucción en la zona del Istmo de Tehuantepec. La evaluación de daños para la reconstrucción de edificaciones, puede ser una tarea complicada por lo que nuevas herramientas tecnológicas y la cooperación de instituciones, es esencial para maximizar esfuerzo y tiempo. Les presentamos un ejemplo del procesamiento de imágenes de muy alta resolución, obtenidas mediante un *drone*, por medio de la cooperación del IRRI-TNC-CICY en el marco del OSM para la evaluación de daño en el poblado de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca.

Palabras clave: Daño, drones, imágenes de muy alta resolución, mapeo.

El jueves 7 de septiembre del 2017 a las 23:49:18 horas (04:49 UTM), un sismo de gran magnitud sacudió el sureste de la república Mexicana. De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional (SSN), el sismo de 8.2 grados en la escala de Richter (Richter, 1935) tuvo su epicentro en el golfo de Tehuantepec, a 133 km de la costa de Pijijiapan (14.85 latitud N, -94.11 longitud W), en el estado de Chiapas (Figura 1).

Este sismo se pudo sentir en el sureste y centro del país en los estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco e incluso alcanzó a registrarse en Guatemala, Belice, El Salvador y Honduras; tuvo un total de 482 réplicas que continuaron hasta las 13:00 hrs del 8 de septiembre y alcanzaron una magnitud de hasta 6.1 (SSN, Reporte especial. Sismo de Tehuantepec).

Según las fuentes de noticias CNN en Español, fue el terremoto más fuerte que se ha podido percibir en México en los últimos 100 años (CNN, 2017a) y el portal de noticias Animal Político, reportó una estimación de 110 mil inmuebles afectados (AP, 2017).

Una de las zonas más afectadas por el sismo fue la zona del Istmo de Tehuantepec, ubicada al sureste del estado de Oaxaca, donde se registró el mayor número de muertes humanas (CNN, 2017b). Durante un desastre natural de tal magnitud, la evaluación de los daños requiere de un gran esfuerzo, sin mencionar los costos y el tiempo involucrados en el proceso. Una herramienta tecnológica reciente que presenta mucho potencial para la obtención de datos de las zonas afectadas, son los



Figura 1. Mapa donde se indica el epicentro del sismo del 7 de septiembre 2017 en México (Obtenido del SSN).

vehículos aéreos no tripulados (VANT) o, como son más ampliamente conocidos, los *drones*. Existen grandes ventajas al utilizar los drones para esta labor. En primera instancia, tienen la capacidad de sobrevolar zonas de difícil acceso, lo cual los convierte en la herramienta ideal para obtener datos de construcciones afectadas (que pueden derrumbarse en cualquier momento), sin poner en peligro la vida de quien realice la evaluación de los daños. Aparte, pueden obtener información detallada en minutos debido a que su resolución espacial (o tamaño del *pixel* de la imagen) depende de la altura a la cual se obtengan las imágenes, por ejemplo, a una altura de alrededor de 120 m se obtienen pixeles de 7 cm, con lo que se puede hacer una evaluación de daño estructural con gran detalle. Sin embargo, obtener, procesar y evaluar esta información puede ser un proceso complicado y costoso que requiere de la organización de diversas tareas, por lo que la colaboración de diversas personas e instituciones es clave.

En esta ocasión, el Instituto Internacional de Recursos Renovables, A.C. (IRRI) inició una campaña de recolección de imágenes de muy alta resolución mediante un dron de tipo PHANTOM DJI

3, que sobrevoló la zona sur de Asunción Ixtaltepec para ayudar a la evaluación de daño y planeación de la reconstrucción de edificaciones. A través del Observatorio de la Selva Maya (OSM), una plataforma colaborativa en la cual participan entre otros, la organización no gubernamental *The Nature Conservancy* A.C. (TNC) y el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY), se inició un grupo de trabajo dedicado a estas tareas. Así, el TNC realizó la capacitación para vuelos, vuelos de prueba y programación de vuelos, mientras que el IRRI llevó a cabo los vuelos durante una campaña de seis días en la primera semana de octubre de 2017. Por otro lado, estudiantes del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del CICY en colaboración con el OSM, fueron responsables de obtener un ortomosaico (un mosaico elaborado a partir de imágenes geoméricamente corregidas para obtener una única imagen de escala uniforme) mediante el programa Pix4D capture™ (Figura 2).

Las imágenes fueron tomadas a 100 m de altura, y se procesaron para obtener un pixel final de 4 cm. El procesamiento de las imágenes de los vuelos tomó alrededor de unos cuatro días en una Workstation

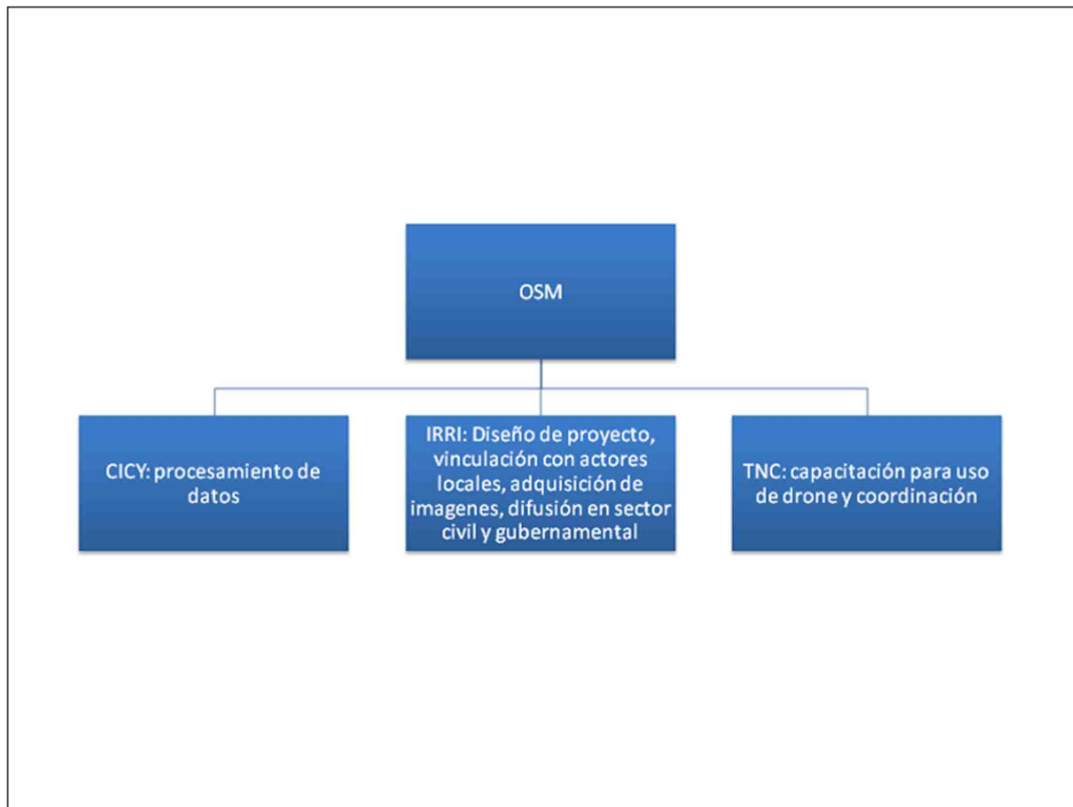


Figura 2. Organigrama y descripción de la participación en el proyecto. Observatorio de la Selva Maya (OSM): Instituto Internacional de Recursos Renovables A.C. (IRRI), The Nature Conservancy (TNC) y Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. (CICY).

Dell Precision 7910 con 64 GB de memoria RAM, por lo que la capacidad computacional que se requiere es bastante grande. Se procesaron un total de 869 imágenes obtenidas de un total de seis vuelos.

A manera de ejemplo les presentaremos la descripción del procesamiento y los productos obtenidos de uno de los vuelos, que corresponde a la Escuela Marista, ubicada en el poblado de Asunción Ixtaltepec, Juchitán, Oaxaca (Figura 3A).

Durante el procesamiento de las imágenes, se obtienen diferentes productos u *output*. El primero es una nube de puntos modelada a partir de las imágenes y donde se puede ver la ruta y las imágenes que fueron tomadas en cada punto (Figura 3B).

Para este vuelo se obtuvieron un total de 141 imágenes y se procesaron para con-

formar un ortomosaico (A), un modelo digital de superficie o DSM por sus siglas en inglés (*Digital Surface Model*) (B) y un modelo digital del terreno o DTM (*Digital Terrain Model*) (C) (Figura 4A). El mosaico obtenido permite hacer acercamientos a zonas dañadas para observar el daño con un mayor detalle (Figura 4B). Por último, el DSM puede compararse con el ortomosaico para observar las alturas de las estructuras en un mismo punto (Figura 5).

Este es únicamente un pequeño y somero ejemplo de cómo los drones pueden utilizarse para mapear y ubicar zonas con daños después de un desastre natural y qué tipo de información se puede obtener de las imágenes de alta resolución. Con la ayuda de esta información, el IRRI está trabajando con otras asociaciones del sector civil, fundaciones y gobiernos locales

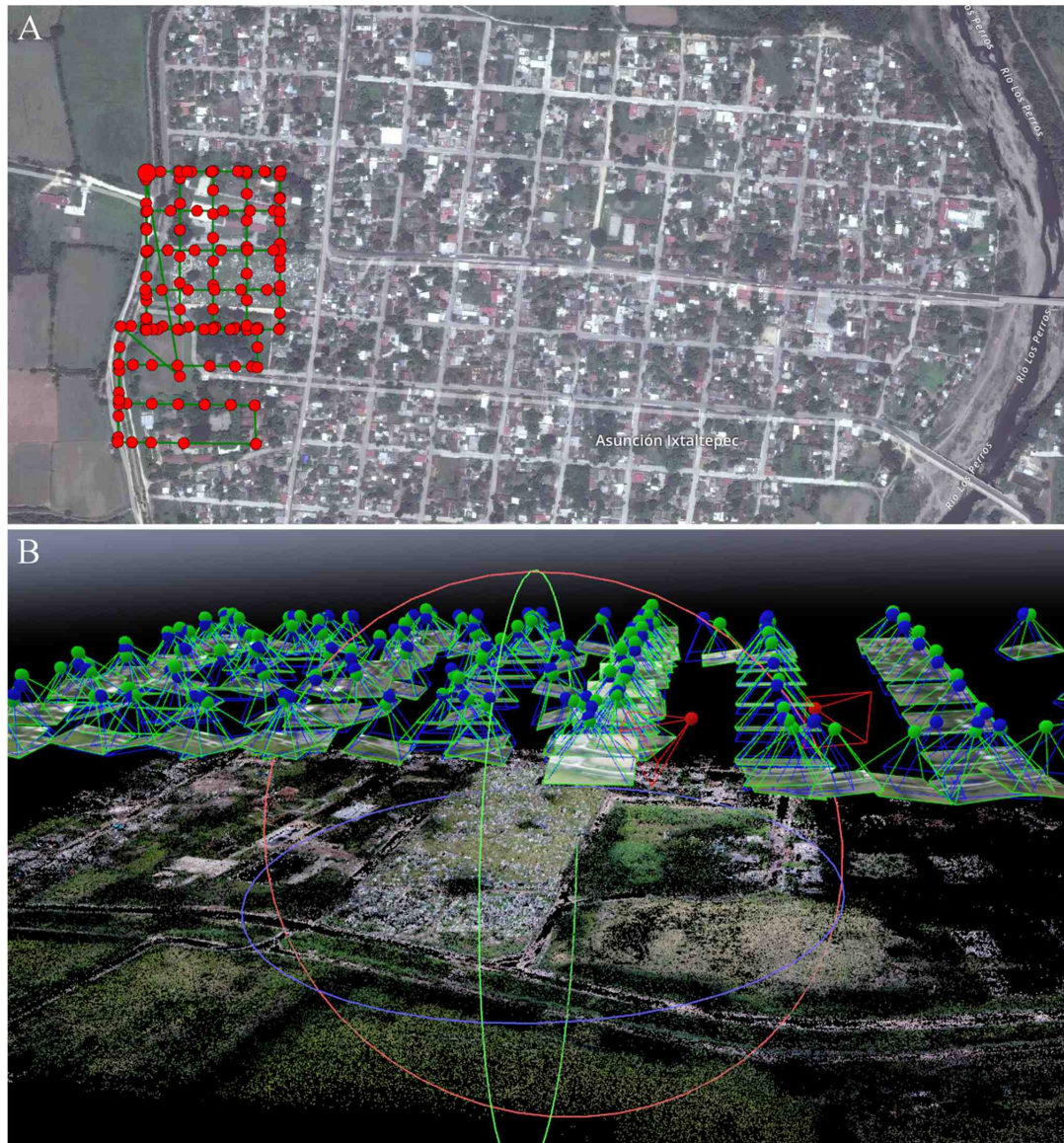


Figura 3. A. Ubicación del vuelo en Asunción Ixtaltepec y ruta de vuelo del dron. La ruta está trazada como un *doble grid* o doble gradilla, que utiliza las mismas líneas de vuelo en direcciones perpendiculares para asegurar el cruce por los mismos vértices. Esta técnica es útil para obtener varias imágenes del mismo punto (puntos rojos) y en diferentes ángulos. B. Vista lateral de la nube de puntos. Las pirámides verdes, azules y rojas representan las “cámaras” o las imágenes que fueron tomadas para cada punto. Las cámaras rojas, indican imágenes no procesadas debido a movimientos propios del dron, obstrucciones o fenómenos naturales (ráfagas de viento) que ocasionan movimiento inesperado y por tanto, imágenes movidas o borrosas, las cuales pueden prenderse o apagarse según sea conveniente.

de Oaxaca, para elaborar planes para la reconstrucción de edificaciones dañadas en zonas de desastre que sean logísticamente eficientes, debido a que se puede observar tanto la extensión del daño, como la ubicación y posibles rutas de acceso para el transporte de material para

la reconstrucción.

Es importante señalar que este ejemplo es únicamente una de las muchas aplicaciones potenciales de la información obtenida por drones. Esta información también puede ser útil para elaborar rutas de repartición de donativos para damnificados,

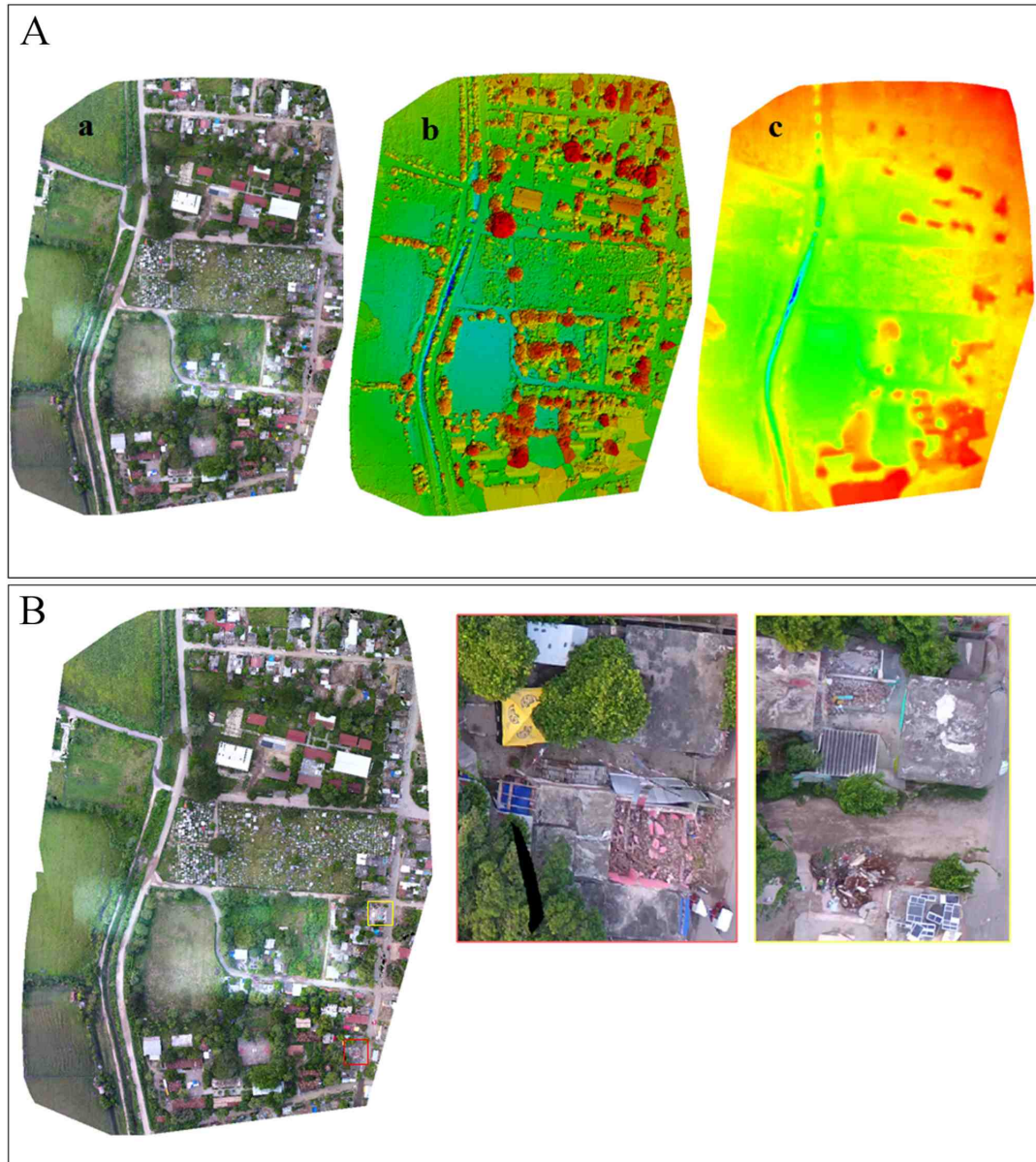


Figura 4. A. Zona del vuelo #1 correspondiente a la escuela Marista, ubicada en Asunción de Ixtaltepec, Oaxaca. **a.** Ortomosaico. **b.** Digital Surface Model (DSM). **c.** Digital Terrain Model (DTM). **B.** Mosaico y acercamiento a dos zonas con daño estructural, o derrumbes.

mapas de zonas de riesgo, e incluso puede ayudar al transporte seguro de vehículos ubicando edificios derrumbados, y bloqueos en los caminos y carreteras después de desastres naturales de gran impacto.

Referencias

Animal Político. Sismo de 8.2, del pasado 7 de septiembre dejó 110 mil inmuebles dañados en Oaxaca y Chiapas.

Disponible en: <http://www.animalpolitico.com/2017/09/sismo-7-septiembre-110-mil-inmuebles-oaxaca-chiapas/>
CNN 2017a. CNN en Español: El terremoto más fuerte en 100 años en México deja decenas de muertos. Disponible en: <http://cnnespanol.cnn.com/2017/09/08/sismo-de-magnitud-80-sacude-costa-sur-de-mexico/> (consultado: 15 de noviembre de 2017).

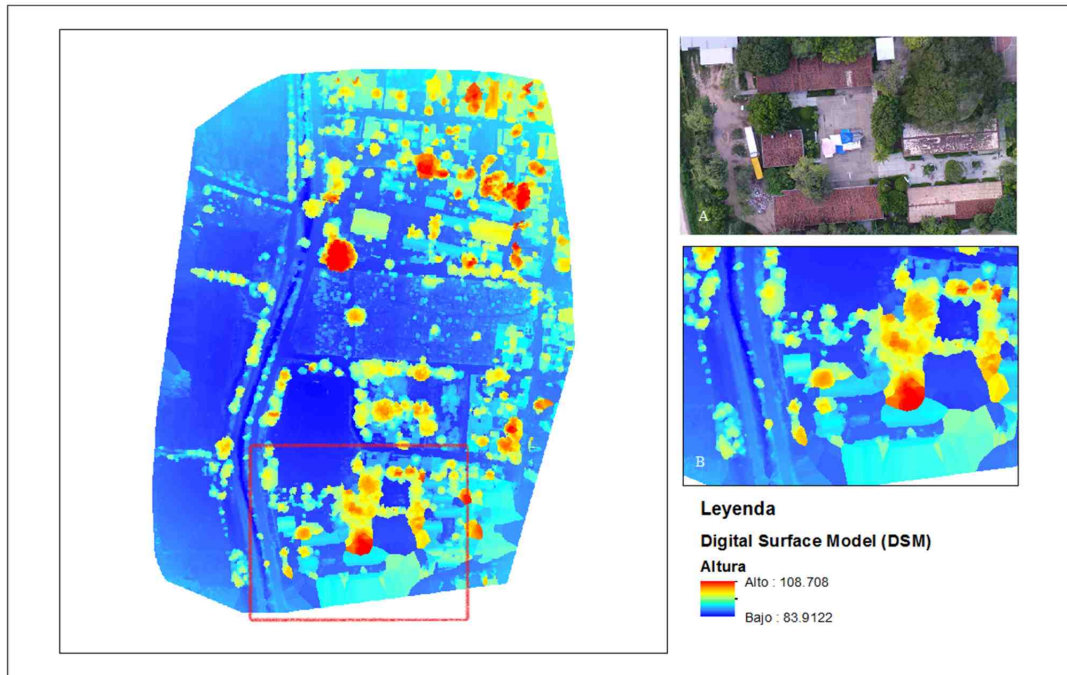


Figura 5. Digital Surface Model. **A.** Acercamiento a la zona de la escuela. **B.** Acercamiento a la misma zona en el DSM. Es importante señalar que las unidades de las alturas pueden variar sin embargo, suelen ser representadas por unidades de metros sobre el nivel del mar (msnm).

CNN 2017b. CNN en Español: Oaxaca, el estado más golpeado por el terremoto en México. Disponible en: <http://cnnespanol.cnn.com/2017/09/08/oaxaca-terremoto-mexico-muertos-heridos-afectados/> (consultado: 15 de noviembre de 2017).

Servicio Sismológico Nacional, Reporte especial. Sismo de Tehuantepec (2017, septiembre 7, 23: 49, M 8.2). Disponible en: http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSN_MX_rep_esp_20170907_Tehuantepec_M82.pdf (consultado: 15 de noviembre de 2017).

Desde el Herbario CICY, 9: 222–227 (30-Noviembre-2017), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Ivón Mercedes Ramírez Morillo y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 30 de noviembre de 2017. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.