

SISTEMA DE TRAMPA INTELIGENTE Y MÉTODO PARA LA CAPTURA Y MONITOREO DE MOSQUITOS VECTORES DE ENFERMEDADES

CAMPO DE LA INVENCION

5

La invención se relaciona con el campo de la ingeniería, la epidemiología y la entomología, más específicamente, con un sistema de trampa inteligente para la captura y el monitoreo efectivo de mosquitos vectores de enfermedades, preferiblemente, del vector transmisor del dengue, en donde el sistema cuenta con un sistema de información para un hardware específico, como es la trampa inteligente.

10

RESUMEN

15

La presente invención está relacionada con un sistema de trampa inteligente para la captura y monitoreo efectivo de mosquitos vectores de enfermedades, preferiblemente del vector transmisor del dengue que comprende unos sensores de conteo de vectores (1), microcámaras de alta definición para la identificación del vector (2), un microcomputador encargado del procesamiento y transmisión de los datos obtenidos en el campo (3), uno o más dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4), un módulo de energía (5), una trampa para mosquitos (6) que incluye una cantidad de kairomonas en un reservorio de líquido (9) para la atracción del vector aéreo, una rejilla adherentes (7), un ventilador (8), una bombilla (16), un sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) (10) y un transformador de voltaje (11). Este sistema permite la captura del vector e identificación del mismo, así como la alimentación de una base de datos en tiempo real que permite su consulta en cualquier lugar.

20

25

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

30

Los vectores son organismos vivos que transmiten enfermedades infecciosas entre personas, o desde animales hacia personas. Muchos de esos vectores

corresponden a insectos que, generalmente ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado y posteriormente, inoculan dichos microorganismos en un nuevo portador al momento de ingerir su sangre.

- 5 Los mosquitos son los vectores de enfermedades más conocidos. Dentro de las enfermedades que transmiten los mosquitos se encuentran el dengue, la fiebre amarilla, el paludismo, zika, chikungunya y encefalitis japonesa, entre otras. El dengue es una enfermedad vírica transmitida por mosquitos. El virus del dengue es un arbovirus ARN perteneciente al género Flaviviridae y tiene cuatro serotipos
10 identificados (DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4).

El virus del dengue se transmite por mosquitos hembra principalmente de la especie *Aedes aegypti*, y en menor grado por *A. albopictus*, este último relacionado con la transmisión en otros continentes. El mosquito *Aedes aegypti* es una especie
15 hematófaga diurna que tiene predilección por el medio urbano y tiene un radio de vuelo relativamente restringido a las viviendas y espacios circundantes. Estos mosquitos también transmiten otras enfermedades como la fiebre chikungunya, la fiebre amarilla y la infección por el virus del Zika.

- 20 El dengue se manifiesta como dengue y dengue grave, en donde el dengue grave se diferencia porque presenta extravasación grave de plasma, expresada por la presencia de shock hipovolémico y/o por dificultad respiratoria debida al exceso de líquidos acumulados en el pulmón; hemorragias graves; y, la afectación de órganos, por ejemplo, mediante hepatitis grave por dengue, encefalitis o hasta miocarditis. El
25 dengue no tiene tratamiento específico.

La enfermedad del dengue se da principalmente en los climas tropicales y subtropicales de todo el planeta, sobre todo en las zonas urbanas y semiurbanas. Según la Organización Mundial de la Salud, en el 2015 se notificaron 2,35 millones
30 de casos en América Central y Suramérica, de los cuales más de 10200 casos fueron diagnosticados como dengue grave y provocaron 1181 defunciones; asimismo, cada año unas 500.000 personas que padecen dengue grave, niños

principalmente, necesitan hospitalización, aproximadamente un 2,5% fallecen. La prevención y el control del dengue, así como de las enfermedades transmitidas por mosquitos, dependen de las medidas eficaces de lucha contra el vector. Así las cosas, es necesario mejorar la eficiencia en la toma de decisiones para el control de enfermedades transmitidas por mosquitos mediante la detección, identificación y reporte del vector en tiempo real.

Una posible solución a esta problemática la proporciona la publicación BRPI0402842A que se refiere a un proceso de monitoreo epidemiológico, el cual emplea un método de identificación de la presencia de agentes patogénicos humanos al interior de vectores hospederos. Dicha invención comprende un sistema de captura, identificación y clasificación de los vectores y la comparación con un módulo de base de datos que permite almacenar y relacionar la información para emitir un reporte georreferenciado de las zonas de mayor incidencia del vector a través de un software incluido en un microprocesador. Sin embargo, este sistema no permite la atracción efectiva de los mosquitos, la visualización e identificación inmediata de los vectores, así como tampoco la generación de reportes en tiempo real.

Por su parte, la solicitud de patente US2005025357 se relaciona con un sistema y método para la detección y clasificación de insectos y otros artrópodos a partir de imágenes, que comprende unos dispositivos para el conteo de los artrópodos y para la identificación de capacidades taxonómicas, útil para el manejo de pestes. Dicho sistema incluye un sensor de imagen como una cámara digital, escáner o cámara de video con iluminación opcional que se comunica con un sistema computarizado. Sin embargo, esta tecnología requiere de una fuente de energía externa y no facilita la interacción del usuario con los datos recolectados.

Por lo tanto, se hace necesario el desarrollo de sistemas con tecnologías de información en red que sean útiles para detectar, identificar y reportar en tiempo real la presencia de mosquitos vectores de enfermedades. El sistema de trampa inteligente para la captura y monitoreo efectivo de mosquito vectores de

enfermedades de la presente invención tiene como objeto principal la detección, identificación y reporte en tiempo real de mosquitos, preferiblemente de *Aedes aegypti*. Adicionalmente, la invención hace un aporte al estado del arte mitigando el problema de los controles convencionales que utilizan sustancias químicas como insecticidas que pueden afectar la salud de los habitantes de una zona determinada por la contaminación de dichas sustancias, ya que la invención ayuda a controlar y reducir la población de vectores productores de enfermedades gracias a su sistema de captura.

10 DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra la vista lateral de la trampa inteligente para la captura y monitoreo de mosquito.

La Figura 2 enseña una vista en explosión de la trampa inteligente para la captura y monitoreo de mosquito.

La Figura 3 ilustra la vista isométrica de la trampa inteligente para la captura y monitoreo de mosquito.

La Figura 4 muestra la vista superior de la trampa inteligente para la captura y monitoreo de mosquito.

La Figura 5 enseña la conexión entre el microcomputador (3) y el ventilador (8).

La Figura 6 ilustra el diagrama de procesos de funcionamiento del sistema de trampa inteligente para la captura y monitoreo efectivo de vectores.

La Figura 7 muestra el proceso de funcionamiento del sistema de información de vectores.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con un sistema de trampa inteligente (A) para la captura y monitoreo efectivo de mosquitos vectores de enfermedades, preferiblemente del vector transmisor del dengue que comprende unos sensores de conteo de vectores (1) (Fig. 1), unas microcámaras de alta definición para la identificación del vector (2) (Fig. 1), un micro-computador encargado del

procesamiento y transmisión de los datos obtenidos en el campo (3) (Fig. 1), uno o más dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4) (Fig. 1), un módulo de energía (5) (Fig. 1), una trampa para mosquitos (6) que incluye una cantidad de kairomonas en un reservorio de líquido (9) para la atracción del vector aéreo, una

5 rejilla adherente (7) (fig. 2), un ventilador (8) (fig. 1 y 5), una bombilla (16), un sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) (10) y un transformador y regulador de voltaje (11) en donde este sistema (A) permite la captura del vector e identificación del mismo, así como la alimentación de una base de datos en tiempo real que permite su consulta en cualquier lugar. Los componentes característicos

10 del sistema de trampa inteligente (A) para la captura y monitoreo efectivo de mosquitos vectores de enfermedades de acuerdo con la presente invención, preferiblemente del vector transmisor del dengue, corresponden a:

- Unos sensores de conteo de vectores (1),
- Unas microcámaras de alta definición para la identificación del vector (2),
- 15 - Un micro-computador (3) encargado del procesamiento y transmisión de los datos obtenidos en el campo,
- uno o más dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4),
- Un módulo de energía (5),
- Una trampa para mosquitos (6) que incluye una cantidad de kairomonas en un
- 20 reservorio de líquido (9),
- Una rejilla adherente (7),
- Un ventilador (8),
- Una bombilla (16);
- Un sistema de posicionamiento global (10) y
- 25 - Un transformador de reducción de voltaje (11).

La Figura 1 que corresponde a la vista lateral de una modalidad de trampa inteligente (A) para la captura y monitoreo de mosquito, ilustra la mayoría de los componentes de la misma. Esta Figura muestra la roseta (14) en donde se acopla

30 la trampa inteligente (A), un portalámparas (14A), un panel de direccionamiento lumínico (15) y una bombilla (16), en donde el panel lumínico que está en forma de cono permite generar dos zonas, una zona oscura y de baja temperatura en donde

se encuentra el cuerpo de trampa (6) y una zona lumínica y de mayor temperatura debajo de dicho cuerpo de trampa (6) que ayuda a re-direccionar al mosquito hacia el cuerpo de trampa (6). Adicionalmente se entiende que el sistema eléctrico de la trampa inteligente de la invención puede ser alimentado a través de la roseta (14) en donde es conectado un módulo de energía (5) que, a su vez, se conecta al cuerpo de la trampa (6) y al ventilador (8), el cual se ubica dentro de dicho cuerpo de trampa (6).

En el interior del cuerpo de trampa (6) se encuentran los sensores de conteo de vectores (1), las microcámaras (2), una rejilla adherente (7) que es removible, un ventilador (8) y un reservorio de líquido (9) en donde se alojan las kairomonas, en donde el reservorio (9) comprende dos agujeros (12) y (13) los cuales sirven para la entrada y drenaje, respectivamente del líquido que comprende las kairomonas del cuerpo de trampa (6). Las kairomonas pueden ser cualquier composición o fórmula conocida en el campo técnico. Estos agujeros son sellados con tapones (12') y (13') con lo cuales se evita el riesgo de derrame del líquido interno o el ingreso no determinado de insectos a la trampa (A). Estos tapones pueden ser de cualquier material, por ejemplo, caucho, goma, etc.

En el exterior del cuerpo de la trampa (6) se encuentran ubicados el microcomputador (3), el GPS (10), el o los dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4), así como el transformador y regulador de voltaje (11) que también reduce el voltaje de acuerdo con los requerimientos de los microcircuitos alojados en el interior del cuerpo de la trampa (6). Finalmente, el cuerpo de la trampa (6) se conecta en su parte superior a la roseta (14) y por su parte inferior a un portalámparas (14A) y un panel de direccionamiento lumínico (15) que aloja una bombilla (16).

Los sensores de conteo de vectores (1) corresponden a unos sensores de proximidad que pueden ser seleccionados entre sensores de proximidad ultrasónicos e infrarrojos o combinaciones de los mismos, los cuales se encuentran conectados al microcomputador (3) de manera alámbrica al microcircuito o circuitos

electrónicos que embeben todo el sistema de almacenamiento y procesamiento. Dichos circuitos electrónicos actúan a su vez como elementos conductores de energía, por lo cual, el o los sensores de conteo de vectores (1) se alimentan de la corriente que pasa por el microcomputador (3).

5

Dichos sensores (1) funcionan como sensores que reportan el ingreso del mosquito o vector al cuerpo de trampa (6), los cuales actúan a través de una onda electromagnética o mecánica de un rango superior al espectro visible o audible, emitida por un transductor ubicado en uno de los extremos de dicho sensor, el cual, en función de un determinado tiempo de respuesta envía una señal al microprocesador (3) a través de los circuitos electrónicos incorporados de tal forma que en fracción de segundos o microsegundos, se activa la microcámara (2) y el ventilador (8) en ese orden, con el fin de obtener la foto del espécimen y empujar el vector con el objeto de que quede atrapado en la rejilla (7). Adicionalmente, los sensores de conteo de vectores (1) actúan con un rango de radio de detección de 0.5 centímetros a 10 centímetros, preferiblemente de 1 centímetro a 7 centímetros, más preferiblemente de 2 centímetros a 4 centímetros.

Estos sensores de conteo (1) de vectores se encuentran activados en todo momento y son el gatillo de activación del sistema de trampa (A) de acuerdo con la invención. En cuanto éstos sensores de conteo (1) son interrumpidos por un vector (por interferencia dentro del radio de detección del mismo) la onda electromagnética o mecánica emitida por los sensores choca contra el cuerpo del vector, emitiendo un rebote de la señal emitida a partir de la interrupción de la trayectoria propia de la onda emitida, de manera que, dicha interrupción activa una señal que se envía inmediatamente al microcomputador (3) y automáticamente a través de los circuitos electrónicos dentro del microcomputador (3), se emite una señal eléctrica que enciende la microcámara (2) para realizar la captura de imagen. Las microcámaras de alta definición (2) tienen una definición HD (high Definition) de mínimo 720p y en donde la microcámara (2) tiene un rango de ampliación óptica entre 2X y 10X, preferiblemente, entre 2X y 4X. Estas cámaras (2) están conectadas con el microcomputador (3) de forma alámbrica para hacer la respectiva captura y

transmisión de imagen cuando el sensor de conteo (1) es activado por un vector. La o las cámaras (2) tienen la particularidad de hacer capturas nocturnas por medio de un sensor de infrarrojo para condiciones de baja luminosidad u oscuridad total. El microcomputador (3) puede consistir en un ordenador de placa reducida, ordenador de placa única u ordenador de placa simple, seleccionados preferiblemente de un procesador tipo Raspberry Pi ® o Arduino ®, el cual se encarga del procesamiento y transmisión de los datos obtenidos en campo. El microcomputador (3) se encuentra ubicado en la parte externa del cuerpo de la trampa (6), en una modalidad de la invención, dicho microcomputador puede estar en una caja hecha de un material aislante termoeléctrico, preferiblemente de materiales poliméricos tal como poliestireno, polipropileno, policloruro de vinilo, polietileno, goma, con puerta de acceso en caso de necesidad de reparación.

El procesador tipo Raspberry Pi ® consiste en una placa base en la que se aloja un chip Broadcom BCM2835 con procesador ARM desde 0,5 a 8 GHz de velocidad, CPU VideoCore IV y hasta 512 MB de memoria RAM, el Raspberry Pi ® es una computadora completamente funcional. Por su parte, el microprocesador Arduino Uno® consiste en una placa base de 5,0 a 10,0cm x 4,0 a 8,0cm x 1,0 a 2,0cm, con una memoria entre 0.002MB y 1.000MB, dicho Arduino tiene la capacidad analógica y en tiempo real, esta flexibilidad le permite trabajar con cualquier tipo de sensor. Por último, Raspberry Pi ® es muy funcional en lo que se trata de aplicaciones de Software, en cambio la simplicidad el Arduino Uno ® hace que sea una apuesta mucho mejor para proyectos de hardware.

El procesamiento y transmisión de los datos obtenidos en el cuerpo de la trampa (6) inicia cuando el sensor de conteo de vectores (1) es interrumpido, de tal manera que el microcomputador (3) envía una señal a la o las microcámaras (2), las cuales a su vez se encargan de la captura de la imagen del vector detectado en el cuerpo de la trampa (6) posterior a lo cual, el microcomputador (3) activa el ventilador (8) que genera una corriente de aire con presión positiva en dirección a la rejilla (7) en donde el vector queda adherido. Luego de la recolección de estos datos, el microcomputador (3) envía los datos al dispositivo o dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4). Los datos enviados por el microcomputador (3) a través

del dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4) pueden comprender datos como imagen de captura del vector, temperatura ambiente, humedad relativa y presión atmosférica, entre otros, junto con la fecha y hora del sistema y las coordenadas de georreferenciación, por ejemplo, GPS. En este sentido, es claro
5 que el sistema de la presente invención, puede contener adicionalmente sensores de medición de temperatura, humedad y presión atmosférica, entre otros.

Asimismo, el microcomputador (3) integra los datos de la ubicación satelital del cuerpo de la trampa (6), los cuales se obtienen a partir de la señal proporcionada
10 por el sistema de posicionamiento global (GPS) (10) conectado de forma alámbrica al microcomputador (3). Dicha señal relacionada a la ubicación geoespacial proveniente del sistema de posicionamiento global (GPS) (10), es enviada por el microcomputador (3) al dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4), siempre que se genere una señal producto de la imagen tomada por la microcámara (2) en
15 respuesta a la señal emitida por el microcomputador (3).

El dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4) está conectado al microcomputador (3) de manera alámbrica y cuyo funcionamiento depende directamente de la señal emitida por el microcomputador (3) en el proceso de
20 transmisión de datos.

Dicho dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4) puede ser seleccionado preferiblemente de una tarjeta ultra compacta de comunicación inalámbrica configurada y controlada por vía transmisor-receptor asíncrono universal (UART por
25 sus siglas en inglés) usando comandos Hayes, también conocidos como comandos AT. De igual forma, el dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4) puede ser seleccionado preferiblemente de un módulo de SIMCard, caracterizado por ser una tarjeta tipo chip que cuya configuración le permite conectarse a la red de datos de telefonía celular, preferiblemente, se puede seleccionar de un dispositivo de
30 transmisión inalámbrica de datos (4) tipo SIM900.

De igual forma, el dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4) puede tener un sistema de transmisión de datos que tiene la capacidad de emitir señal de internet inalámbrica en el área donde ha sido instalado el dispositivo del sistema trampa inteligente para brindar conexión vía WiFi.

5

El sistema de trampa inteligente (A) de acuerdo con la presente invención puede ser alimentado eléctricamente mediante la adaptación de baterías, por ejemplo, baterías recargables o cualquier otro sistema alternativo suministrador de energía, por ejemplo, paneles solares.

10

En la modalidad de la invención, en la cual, el módulo de energía (5) corresponde a paneles solares fotovoltaicos, éstos pueden estar conformados por módulos fotovoltaicos. Los paneles solares fotovoltaicos están seleccionados de paneles fotovoltaicos de 12 voltios o 24 voltios, más preferentemente de un panel solar fotovoltaico de 24 voltios. Cada panel solar fotovoltaico puede alimentar su respectiva batería de almacenamiento con autonomía mínima de 12 a 16 horas.

15

En la modalidad preferida de la invención, en la cual el módulo de energía (5) corresponde a una conexión a la roseta (14), esta modalidad proporciona la ventaja de instalar el dispositivo (A) en cualquier sitio con instalaciones eléctricas activas ya existentes, y así, poder hacer una verificación veraz de la afectación existente en zonas habitadas por las comunidades.

20

Por otro lado, para la atracción del mosquito al sistema de trampa inteligente (A), el cuerpo (6) de la trampa para mosquitos comprende kairomonas que están en solución en la parte inferior o reservorio de líquido (9) del cuerpo (6) de la trampa inteligente (A), en una cantidad suficiente para atraer el vector. Esta solución, puede ser renovada y/o drenada a través de los orificios (12) y (13) respectivamente. Las kairomonas son feromonas encargadas de realizar la atracción de los mosquitos, lo cual genera un incremento sustancial en la cantidad de especímenes atrapados y permite una mayor captación de datos, de tal manera que la información suministrada sea más confiable. Adicionalmente, por ser una trampa que tiene

25

30

material adherente en la rejilla (7), la trampa inteligente (A) se convierte en un dispositivo que ayuda a disminuir la población de insectos voladores dañinos para la salud humana y animal.

- 5 La forma del cuerpo (6) del sistema de trampa inteligente (A) para mosquitos es preferiblemente en forma de botella, la cual permite un fácil empalme entre el dispositivo (A) y la fuente de energía (5) (paneles fotovoltaicos, conexión a roseta (14) o cualquier tipo de portalámparas). Tal como se representa en la Figura 1, la trampa para mosquitos (A) en su cuerpo (6) alberga en su interior los sensores de
10 conteo de vectores (1), las microcámaras de alta definición para la identificación del vector (2), la rejilla adherente (7), el ventilador (8) y el GPS (10).

La trampa para mosquitos (A) en el cuerpo (6) dispone en su exterior del micro-computador (3) encargado del procesamiento y transmisión de los datos obtenidos
15 en el campo, el o los dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4), el módulo de energía (5) y el transformador y regulador de voltaje (11). Dicha trampa inteligente (A) cuenta con aberturas para acceso al microcomputador (3) y otra abertura para la inspección visual y mantenimiento del ventilador (8). Como se mencionó anteriormente, el microcomputador (3) y los otros módulos que pueden
20 estar en la parte externa del cuerpo 6 de la trampa inteligente (A) pueden estar confinados en una caja unida físicamente o diseñada en el cuerpo (6) de la trampa inteligente (A).

La Figura 2 complementa la Figura 1 y enseña el desensamble de los componentes
25 de la trampa inteligente (A) para la captura y monitoreo de mosquitos. En esta figura se evidencia claramente la forma de la rejilla adherente (7). Mientras que la Figura 3, correspondiente a la vista isométrica de la trampa inteligente (A) para la captura y monitoreo de mosquitos. Además, ilustra la ubicación de la rejilla adherente (7) dentro del cuerpo de trampa (6). Por su parte, la Figura 4 muestra la parte de la
30 rejilla (7) que facilita su remoción de la trampa (6), es decir, el aza o manija (7A).

La rejilla adherente (7), ilustrada en las Figuras 2, 3 y 4, corresponde a una malla para mosquitos, que puede ser de una sola pieza sin uniones ni soldaduras, recubierta con resinas epóxicas termoencogibles, no es contaminante y el material es preferiblemente de acero galvanizado. A la malla (7) se aplica un gel viscoso, sin olor y hecho con la combinación de diversos polibutenos con estabilizantes. Dicho gel cumple la función de ser el adhesivo para atrapar el vector. En este sentido, la malla (7) tiene como función retener el mosquito transmisor de dengue después de la activación del ventilador (8). La rejilla (7) es reemplazada periódicamente por una persona, quien hace inspección visual y retira la rejilla adherente (7) por medio de una aza o manija (7A) a fin de contabilizar los vectores adheridos a la misma cuando ésta se encuentra saturada.

El ventilador (8) está preferentemente alimentado por una fuente de por lo menos 12 Voltios de corriente directa. Este se activa una vez es capturada la imagen del vector a través de la microcámara (2) y se encuentra acoplado al microcomputador (3) a través de una serie de cables tal como se representa en la Figura 5, la cual, una vez se envía la señal desde la microcámara (2) a través del microcomputador (3), inmediatamente activa el interruptor correspondiente al ventilador (8), tal que permite hacer la presión o empuje del vector transmisor y dirigiéndolo hacia la rejilla adherente (7).

El panel de direccionamiento lumínico (15) está adaptado en la parte inferior de la trampa (6), el cual cuenta con un portalámparas (14A) para el ensamble de un bombillo o lámpara (16). Para el debido encendido y apagado se puede adaptar un interruptor inalámbrico o control remoto para fácil acceso por parte del usuario. El panel de direccionamiento lumínico (15) se encarga de restringir el acceso de luz hacia el área superior de la trampa de mosquitos, es decir al cuerpo (6) de la trampa inteligente, con el fin de generar una zona lumínica por debajo del panel de direccionamiento lumínico (15) y una zona oscura o de luz tenue en la parte superior de dicho panel (15). El sistema de posicionamiento global (GPS) (10) entrega los datos en comunicación serial y es fácilmente leído y adaptable al microcomputador (3) para dar la ubicación exacta de la trampa inteligente de mosquitos (6).

El transformador y regulador de voltaje (11) es el encargado de hacer la conversión de voltajes de corriente alterna a corriente directa, en donde la fuente es de por lo menos 12 voltios para el funcionamiento del ventilador (8), de modo que cuando
 5 reciba la señal de la microcámara (2) indicando que la imagen ya fue tomada, dicho transformador estará acoplado a un regulador de voltaje el cual reduce de 12 V a 5V para la alimentación del microcomputador (3) y demás aparatos electrónicos empleados en la trampa inteligente de mosquitos (A).

10 El procedimiento de captura y monitoreo del vector del dengue, tal como está esquematizado en la Figura 6, comprende la interacción de los sensores (1) con el microcomputador (3) -quien a su vez interactúa de forma retroalimentativa con las microcámaras (2); con el ventilador (8) que es el encargado de impulsar al mosquito *Aedes Aegypti* contra la rejilla adherente (7)-;y el sistema de posicionamiento
 15 global (GPS) (10); y el o los dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4), de forma tal que permiten la recepción, análisis y envío de datos correspondientes a la cantidad, características y ubicación de los vectores; a través de la interrelación de los componentes por medio de señales eléctricas a través de los circuitos electrónicos adaptados para cada uno de los componentes mencionados.

20

Dicho procedimiento esquematizado en la figura 6, a través de la interacción entre el microcomputador (3) y el ventilador (8), permite la remoción y transporte del vector hacia la rejilla adherente (7) con el objetivo de capturarlo.

25 Por su parte, el proceso del funcionamiento del sistema de recolección de información del vector *Aedes Aegypti*, representado en la Figura 7, comienza con las imágenes en la nube enviadas por el o los dispositivos de transmisión inalámbrica de datos (4) y tomadas inicialmente por las microcámaras (2), en donde el sistema de información ejecuta una etapa de aprendizaje automático (Matching
 30 Learning) de verificación y aceptación del vector *Aedes Aegypti*. Si el vector es reconocido, la información se remite a un sistema de administración de base de datos, y posteriormente a una o más bases de datos relacionadas con el reporte de

- vectores. Finalmente, se realiza el reporte de datos luego de hacer la respectiva verificación y aceptación del vector *Aedes Aegypti*. El sistema de trampa inteligente también incluye un programa de ordenador que comprende una base de datos georreferenciada con enfoque de *High Performace Computing* en la nube, la cual almacena los datos capturados por la trampa (A). Con la información de esta base de datos, se programa un módulo de reportes que mide los indicadores respecto del vector transmisor del dengue, en donde la base de datos permanece actualizada en tiempo real las 24 horas del día. Los reportes son de fácil acceso y amigables al usuario y se actualizan mediante la implementación de Aplicaciones Móviles (APP Inventor) que facilitan la consulta y el manejo de los datos a los actores interesados (autoridad sanitaria, academia, profesionales de la salud y comunidad en general) con diferentes niveles de acceso de acuerdo a las normas legales, en tiempo real y en cualquier lugar. En el aplicativo móvil se podrá evidenciar cada uno de los datos recolectados diariamente en los puntos de muestreo arrojando datos representativos entre la cantidad de zancudos genéricos vs *Aedes aegypti* evidenciando estadísticamente la relación entre los mismos. Así mismo generará un reporte estadístico acumulado de los datos diarios recolectados en el transcurso de funcionamiento de la trampa (A).
- En este sentido, hace parte integral de la presente invención un método o procedimiento para la captura y monitoreo efectivo de vectores de enfermedades tal y como se encuentra descrito en la figura 6, que comprende las siguientes etapas:
- 1. ingresar el vector a la trampa**
 - 2. Activar el sensor (1):**
- El ingreso del vector a la trampa produce la activación de los sensores (1) y captura del dato, que consiste en el conteo del vector, en donde dicho conteo se hace a través del sensor (1), a partir de una interrupción de la trayectoria de la onda electromagnética o mecánica, producida por el ingreso del vector a la trampa,
- 3. envío de señal al procesador (3);** el envío de una señal al microprocesador (3)
- se realiza de manera automática indicando la presencia de uno o más vectores;

4. Activar la microcámara (2): una vez la señal eléctrica es re-enviada y transmitido el dato, desde el microprocesador (3) hacia la microcámara (2), ésta se activa;

En esta etapa, si se cumple tanto la captura como la transmisión del dato, se da por cumplida la etapa de activación de los sensores (1) y se procede a la captura de la imagen. De lo contrario el sistema continuará sin reportar información correspondiente a la entrada de vectores a la trampa;

5. Capturar imagen:

La captura de imagen incluye las sub-etapas de:

- 10 **5a)** tomar la imagen correspondiente al vector, a través de la microcámara (2), cuya información se transmite automáticamente al microprocesador (3) en respuesta de la señal eléctrica emitida inicialmente por dicho microprocesador (3). Inmediatamente se produce la señal de respuesta de la microcámara (2) al microprocesador (3) envía una señal eléctrica a la bomba de vacío (8), tal que se
- 15 inicia la etapa de activación de bomba de vacío (8); y
- 5b)** enviar una señal de ubicación geográfica desde el sistema de posicionamiento global GPS (10), al microprocesador (3) de acuerdo a las coordenadas geoespaciales en las que se encuentra la trampa inteligente (A);

20 **6. enviar imágenes capturadas a la nube;**

Esta etapa comprende las sub-etapas de:

- 6a) transmitir los datos, conteo del sensor, imagen del vector y ubicación de la trampa, por el microprocesador (3) al dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4);
- 25 6b) transmitir los datos correspondientes al conteo del sensor, imagen del vector y ubicación de la trampa, por el dispositivo de transmisión inalámbrica de datos (4) hacia la base de datos contenida en la nube;

7. Activar el ventilador

- En esta etapa, el ventilador (8) a partir de la señal eléctrica transmitida por el
- 30 microprocesador (3), se activa removiendo temporalmente los vectores identificados, y los envía hacia la rejilla adherente (7);

8. Captura del espécimen

Esta etapa se realiza a partir de la rejilla adherente (7), la cual, por efecto del empuje realizado por la corriente de aire generada por el ventilador (8) y la naturaleza del material de fabricación y/o recubierta de dicha rejilla (7), permite retener los vectores capturados al interior del cuerpo de trampa (6);

9. Verificación visual de los especímenes capturados

Esta etapa es realizada por una persona, quien toma la rejilla adherente (7) que contiene los vectores aprehendidos internamente en la trampa para mosquitos (A) y dicha persona comprueba la existencia del *Aedes aegypti* en todas las capturas realizadas por la trampa inteligente (A). Se tiene una abertura tanto para el ingreso y salida de la rejilla adherente (7), como para hacer la verificación visual, se debe aclarar la necesidad de cambios periódicos de la rejilla (7) dependiendo de la saturación de vectores adheridos a ella.

La Invención también comprende el método implementado por computador para el procesamiento de los datos tal y como se encuentra representado en la Figura 7 comprende las siguientes etapas:

20

1. ingresar los datos reportados por el dispositivo o trampa inteligente (A) a una Base de Datos en donde se almacenan datos de fecha, hora, ubicación geográfica, conteo numérico de reportes, imagen reportada y otros datos que se pueda generar en el dispositivo o trampa inteligente (A) e incorporar el dato correspondiente al conteo del vector y su imagen a la base de datos contenida en la nube;
2. procesamiento de las imágenes y datos almacenados en la base de datos y análisis por patrón de reconocimiento óptico y otras variables;
3. cotejar y confirmar el vector por patrones mediante aprendizaje automático (Machine Learning);
- 30 4. enviar la imagen para una segunda confirmación realizada por operador humano;
5. cotejar y cruzar los datos con bases de datos externas;

6. reportar y tomar decisiones con base en salidas de datos de acuerdo a los pasos anteriores y a conductas predeterminadas como alertas e instrucciones; y

7. emitir un reporte por parte de la base de datos;

5 Asimismo, también hace parte integral de la presente invención, un método de captura de mosquito que comprende las siguientes etapas:

1- ubicar en la trampa una cantidad suficiente de kairomonas en la parte inferior (9) del cuerpo (6) para atraer el vector a la trampa inteligente (A) para mosquitos,

10 **2-** activar el sensor (1) por el ingreso del mosquito a la trampa (A), en donde el sensor (1) es alimentado por el regulador de voltaje a 5 voltios que a su vez está alimentado por el transformador y regulador de voltaje (11) a 12 voltios, conectado al módulo de energía (5) y accionado por el microcomputador (3);

3- tomar la imagen por parte de las microcámaras (2) alimentadas por el regulador de voltaje a 5 voltios que a su vez está alimentado por el transformador y regulador de voltaje (11) a 12 voltios y conectado al módulo de energía (5) y accionado por el
15 microcomputador (3);

4- activar el ventilador (8) alimentado también por el transformador y regulador de voltaje (11) a 12 voltios, conectado al módulo de energía (5) y accionado por el microcomputador (3):

20 **5-** capturar el mosquito en la rejilla adherente (7);

6- retirar manualmente la rejilla adherente (7); y

7- cambiar la rejilla adherente (7).

25 Las figuras presentadas en la presente descripción, se presentan para propósitos meramente ilustrativos de la invención. Se da a entender que las figuras descritas no limitan el alcance de la invención divulgada. Una persona versada en el arte es capaz de concebir modificaciones posteriores a los principios determinados en el presente documento.

30 Aunque algunas modalidades de la invención se describen en la presente descripción, se apreciará que numerosas modificaciones y otras modalidades pueden concebirse por aquellos expertos en la materia con posterioridad a la

divulgación de la presente invención. Por ejemplo, las características para las diferentes modalidades pueden usarse en otras modalidades. Por lo tanto, se entenderá que las reivindicaciones anexas pretenden cubrir todas las modificaciones y modalidades que están dentro del espíritu y alcance de la presente descripción.

5