



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”
INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD “LUIS FELIPE MONCADA”
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS CLÍNICO**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN
BIOANÁLISIS CLÍNICO**

**COMPORTAMIENTO DE ARBOVIRUS (DENGUE, CHIKUNGUNYA Y ZIKA)
DETECTADOS EN MOSQUITAS *Aedes aegypti* COLECTADAS EN LOS SILAIS
MANAGUA, LAS MINAS, ZELAYA CENTRAL, MATAGALPA Y BOACO
DURANTE EL 2019.**

AUTORES:

- Br. Ervin Daniel López Rocha.
- Br. Leydi Karina Vanegas Castillo.
- Br. Pamela Alexandra García Bodán.

TUTOR:

Msc. Betzabé Rodríguez

ASESOR METODOLÓGICO:

Msc. Rossny Peña Almanza

Managua, Nicaragua 18 de Diciembre del 2020

DEDICATORIA

A Dios por habernos guiado en cada uno de nuestros pasos y con su infinita bondad, amor y misericordia habernos dado la fortaleza necesaria para culminar este estudio monográfico.

A nuestros padres porque con su esfuerzo y sacrificio nos brindaron la oportunidad de crecer profesionalmente y con su apoyo incondicional hicieron posible el desarrollo de este estudio, además por sus consejos y motivación de cada día.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios, por habernos brindado la vida y la oportunidad de estudiar.

A nuestros padres, por apoyarnos incondicionalmente a lo largo de esta etapa de crecimiento profesional.

A la universidad y docentes, porque mediante ellos adquirimos los conocimientos necesarios para lograr culminar nuestra carrera.

A nuestra tutora por brindarnos la oportunidad de desarrollar este estudio y habernos guiado para poder culminarlo con éxito.

A nuestro asesor metodológico por compartir sus conocimientos en la estructuración de este estudio.

RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal y carácter retrospectivo, donde el principal objetivo fue describir el comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco durante el 2019.

El instrumento utilizado para obtener la información para el desarrollo de este estudio fue una ficha de recolección de datos, con la cual se extrajeron datos del CNDR como: cantidad de mosquitos colectados, mes de colecta, SILAIS al que pertenecían y positividad o negatividad de prueba PCR Trioplex tiempo real para detección de ARBOVIRUS (DENV, CHIK y ZIKV), datos con los que posteriormente se elaboró una base de datos secundaria ajustada al estudio. Este instrumento también fue necesario para recopilar datos como: temperatura y precipitación, que fueron extraídos de la página de internet oficial de INETER. El universo de este estudio fueron todas las mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS del país durante el 2019 y la muestra seleccionada fueron las mosquitos *Ae. aegypti* colectadas en los SILAIS de estudio en el 2019.

Para analizar el comportamiento de los ARBOVIRUS (DENV, CHIKV y ZIKV) en las mosquitos colectadas en los SILAIS de estudio, se hizo necesario evidenciar la relación existente entre la temperatura y precipitación con el número de mosquitos colectados por mes, para esto se calculó el índice de correlación de Pearson entre las variables temperatura y número de mosquitos colectadas, obteniendo -0.2, lo que indica que existe una relación negativa o inversa; entre las variables precipitación y número de mosquitos colectadas, el cociente de correlación de Pearson fue de 0.5, indicando que existe relación positiva entre estas variables. Durante el 2019 el comportamiento obtenido en la detección de ARBOVIRUS fue 57 mosquitos positivas en el SILAIS Managua, 5 en el SILAIS Las Minas y 5 en el SILAIS Zelaya Central, todas por Dengue virus. En los SILAIS Matagalpa y Boaco no se detectó ARBOVIRUS. Para concluir, la prevalencia obtenida fue de 3.2% para Dengue virus y 0% para los virus Chikungunya y Zika.

VALORACIÓN DEL TUTOR

Actualmente a nivel mundial la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en conjunto con otras instituciones desarrollan programas para la detección, el control y la eliminación de infecciones causada por ARBOVIRUS como el Dengue, Chikungunya y el Zika, que afectan al ser humano en distintos países del mundo y son de interés de Salud Pública.

Recientemente se han planteado estudios a nivel Entomoviroológico como una vía de cortar el ciclo de transmisión de estas infecciones en el humano, detectando en mosquitos estos virus, de forma que estas técnicas funcionarían como una herramienta diagnóstica para la detección de estas infecciones antes que causen brotes en la población.

El presente trabajo monográfico ha sido cuidadosamente revisado y aprobado por el tutor, constatando que la misma es original, bien construida y elaborada dentro de los lineamientos establecidos para este tipo de trabajo, aportando en conjunto autores, tutor y asesor metodológico conocimientos a la realización de este trabajo, por tanto cumple con todos los requisitos, lo que me permite autorizar su presentación.

MSc. Betzabé Rodríguez

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ADN: ácido desoxirribonucleico.

ARBOVIRUS: virus transmitidos por artrópodos.

ARN: ácido ribonucleico.

CADN: ácido desoxirribonucleico complementario.

CENETROP: Centro Nacional de Enfermedades Tropicales.

CHIKV: Virus del Chikungunya.

CID: Coagulación intravascular diseminada.

CNDR: Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia.

DENV: Virus del Dengue.

IEC: Instituto Evandro Chagas.

IgM: Inmunoglobulina M.

InDRE: Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica.

INETER: Instituto Nicaragüense de estudios territoriales.

Kb: Kilobyte.

M μ : mili micrón.

MINSA: Ministerio de la Salud.

Mm: milímetro.

Nm: nanómetro.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PCR: reacción en Cadena de la Polimerasa.

RNAm: ácido ribonucleico mensajero.

Rt-PCR: Reacción en Cadena de Polimerasa- transcriptasa reversa.

SILAIS: Sistema Local de Atención Integral en Salud.

UNAN: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

ZIKV: Virus del Zika.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
VALORACIÓN DEL TUTOR.....	IV
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	V
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
III. ANTECEDENTES	5
IV. OBJETIVOS.....	9
OBJETIVO GENERAL:	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
V. MARCO TEÓRICO	10
5.1 <i>Aedes aegypti</i>	10
5.2 PRINCIPALES ARBOVIROSIS EN NICARAGUA.....	16
5.3 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE ARBOVIROSIS EN HUMANOS.....	25
5.4 TÉCNICAS DE DETECCIÓN DE ARBOVIRUS EN MOSQUITOS	27
5.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE NICARAGUA	28
VI. PREGUNTAS DIRECTRICES	30
VII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
VIII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	37
IX. CONCLUSIONES.....	58
X. RECOMENDACIONES.....	59
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	60
XII. ANEXOS	70

I. INTRODUCCIÓN

Los ARBOVIRUS Dengue, Chikungunya y Zika constituyen un serio problema de salud pública especialmente en áreas tropicales y subtropicales ya que diversos factores climáticos inciden en la proliferación del vector, siendo la temperatura y precipitación los principales factores que inciden en su distribución geográfica y la eficacia con que estos virus se transmiten por medio del vector *Aedes aegypti*, ya que este ha demostrado tener gran capacidad vectorial cuando se encuentra en un ambiente óptimo, además que por sus hábitos urbanos es más peligroso porque se puede reproducir donde se acumula agua limpia.

Este estudio abordó el **comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco durante el 2019.**

OPS/OMS (2019) refirió que debido al incremento de casos por Arbovirosis a nivel mundial, los países de las Américas deben intensificar la vigilancia epidemiológica. Con esta iniciativa en América latina se han desarrollado talleres para actualizar los conocimientos y jornadas laborales para la prevención y control de las epidemias por Arbovirosis (Dengue, Chikungunya y Zika), todos encaminados a reducir el impacto sobre la sociedad en general.

En 2018 Nicaragua empieza el programa de vigilancia Entomoviroológica Molecular, después de la certificación de parte de OPS y el InDRE de México en Julio del mismo año, tras estandarizar y adaptar protocolos homologados por institutos reconocidos como el Evandro Chagas, Fiocruz ambos de Brasil, así como del InDRE, que OPS/OMS facilitaron en talleres a nivel latinoamericano con el fin de establecer la vigilancia Entomoviroológica en los países donde las Arbovirosis son un problema de salud pública y no se ha podido controlar con la vigilancia y el control vectorial tradicional (datos no publicados CNDR).

Dentro de las tareas que los países tenían después de estos talleres estaba implementar estos protocolos de detección molecular de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya, Zika entre otros) en *Aedes aegypti*, fortalecer la red de entomología a través de capacitaciones y plantear las brechas para poder desarrollar esta vigilancia (datos no publicados CNDR).

Una de las fortalezas que Nicaragua presentó fue contar con una red de Entomólogos (Biólogos, Microbiólogos y Bioanalista), a los que se les actualizó en esta última forma de vigilancia, además de tener especialistas de laboratorio que manejan técnicas moleculares y se contaba con financiamiento externo para equipamiento, insumos e infraestructura para la construcción del laboratorio de biología molecular de Entomovirología, inaugurado a inicio del mes de marzo de 2020 (datos no publicados CNDR).

1.1 JUSTIFICACIÓN

La temperatura y la precipitación son los principales factores que facilitan la proliferación de los mosquitos *Ae. aegypti*, esto sumado al alto desplazamiento poblacional en lugares de importancia económica como son las cabeceras departamentales de los SILAIS seleccionados para este estudio, crean el ambiente óptimo para la propagación de estos ARBOVIRUS. Por otra parte, ya que el sistema de vigilancia entomoviroológica se encuentra estandarizado y aprobado por las instituciones correspondientes, esta red de vigilancia monitorea los cascos urbanos facilitando la obtención de datos para cumplir con los objetivos planteados.

El tema **Comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco durante el 2019** es de suma importancia ya que la detección temprana de los virus circulantes en vectores, activa las estrategias establecidas por el MINSA para reducir los brotes que ocasionan estos ARBOVIRUS en la población.

Este estudio servirá como antecedente para investigaciones futuras que involucren uno de los aspectos de la triada epidemiológica que algunas enfermedades contemplan como son los vectores. Además, será de beneficio para personas y estudiantes de las áreas de salud interesadas en el tema, ya que brindará información del comportamiento de ARBOVIRUS como el Dengue, Chikungunya y Zika en *Aedes aegypti*, que es principal vector de estas enfermedades de interés en la salud pública y de la relación que este guarda con el clima. Así mismo es un aporte al departamento de Bioanálisis clínico, UNAN-Managua para ampliar las líneas de investigación existentes dentro de la formación de estudiantes.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Arbovirosis se encuentran dentro de las enfermedades humanas de transmisión vectorial de mayor importancia, debido a la amenaza que representa para la salud de la población a nivel mundial. En América Latina han surgido agentes infecciosos virales en regiones donde antes no se había presentado esta problemática, especialmente los transmitidos por vectores artrópodos.

Durante el año 2019, periodo en que se realizó este estudio, Nicaragua enfrentaba una alerta epidemiológica por aumento en los casos de Dengue de un 15.67% respecto al 2018, según datos oficiales del MINSA. En los años anteriores enfrentó alertas similares con la aparición de Arbovirosis como el Chikungunya en 2014 y Zika en 2015 que eran relativamente nuevas en la región.

Tomando en cuenta la problemática existente se plantea la siguiente interrogante: **¿Cuál es el comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco durante el 2019?**

Para evitar brotes, el MINSA ha sistematizado programas de prevención, control y vigilancia de estas enfermedades, llevando acabo jornadas de abatización, fumigación y campañas de concientización, promoviendo de esta manera acciones comunitarias que ayuden a eliminar los criaderos del mosquito transmisor de estas enfermedades, sumado a estos esfuerzos, recientemente se implementó por métodos moleculares la detección de ARBOVIRUS en mosquitos.

III. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de este estudio se realizó una revisión bibliográfica que demostrara la existencia de documentos asociados al tema de investigación, **Comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco durante el 2019**, comprobándose que existe poca información entomoviológica.

En un estudio retrospectivo y longitudinal en el área metropolitana de Maracay para el período 1997-2005 titulado: **“Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela”** realizado por Rubio, et. al (2011) con fin de determinar si las variables climáticas y entomológicas influyen sobre la casuística de dengue, encontrando que la abundancia del vector varió de 3,6 *Aedes*/casa durante el mes de Abril (período de sequía) a 14,7 *Aedes*/casa durante el mes de Agosto (período de lluvia). El análisis de correlación de Pearson mostró correlación positiva entre el número de casos reportados con la precipitación ($r= 0,7183$, $P = 0,0038$) y la abundancia de *Ae. aegypti* ($r= 0,677$, $P = 0,0078$), pero no con la temperatura ni la humedad relativa para el período Noviembre 2000-Diciembre 2001. El análisis de regresión mostró que para dos meses de rezago existe una regresión lineal altamente significativa ($P < 0,0001$) con un ajuste de $R^2= 88,7\%$, indicando que en promedio, la mayor casuística de dengue ocurre dos meses después de ocurrido el pico de precipitación.

Se encontró el estudio titulado **“Plan nacional de Nicaragua en el marco del plan mesoamericano para mejorar la prevención y control de Dengue y CHIKV”** elaborado por el MINSA (2015), describe que el comportamiento de los casos confirmados durante el año 2014 hasta la semana epidemiológica número 53 se notificaron un total de 1,932 casos confirmados de dengue tanto clásicos como graves. En el mismo período del año 2013 se notificaron a vigilancia epidemiológica un total de 8,945 casos. En el año 2014 en cuanto a su distribución los SILAIS con mayor riesgo por su tasa de incidencia que sobrepasaron la

tasa nacional son los siguientes: Región Autónoma de la Costa Caribe Sur 31.20%, Nueva Segovia 7.96%, Boaco 7.70% y Managua 4.17%. Este mismo artículo menciona que hay reportes de índices de infestación de *Aedes aegypti* de alto y mediano riesgo, en la mayoría de las cabeceras municipales que, sumado a la presencia de macro factores como la proliferación de asentamientos urbano-marginales, alta densidad poblacional en las cabeceras departamentales, hacinamiento, inadecuado abastecimiento de agua potable, insuficiente servicio de recolección y disposición final de desechos sólidos.

Otro trabajo encontrado fue el titulado **estudio Entomoviológico del mosquito *Aedes aegypti* para aislamiento del virus Zika**. Elaborado por MINSA-Bolivia (2016). Trabajo que consistió en la captura de mosquitos adultos mediante el aspirado y posterior registro de datos de terrenos con georreferenciación. Se capturaron 694 mosquitos y se colocaron en nitrógeno líquido para su preservación para ser trasladados al laboratorio de biología molecular con el objetivo de buscar el virus circulante. Luego el departamento de Santa cruz (2019) de este mismo país, realizó una jornada laboral en la unidad funcional de entomología médica perteneciente al centro nacional de enfermedades tropicales (CENETROP) en la cual se detectaron los virus Zika y Dengue simultáneamente, esta se identificó mediante la técnica de PCR estándar.

Otro estudio elaborado por Ortiz et. al, (2018) titulado: **“Identificación de Denv, Chikv y Zikv mediante el método TRIOPLEX por RT-PCR en tiempo real en el LESP Jalisco, México”** en el que se realizó la extracción automatizada de ácidos nucleicos totales y detección de ARN viral por retro transcripción y PCR en tiempo Real para la identificación y diferenciación molecular de Dengue, Chikungunya y Zika, la que se realizó en una sola reacción, y de las muestras positivas para Dengue se llevó a cabo la tipificación de los serotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4), encontrando que de 1,083 muestras que se analizaron 499 (46.07%) resultaron negativos a los 3 ARBOVIRUS, 413 (38.13%) fueron positivas a Virus Dengue (de los cuales 5 presentaron confesión con Zika), se detectaron 6 (0.55 %) muestras positivas a Virus Chikungunya (solo 1 presentó confesión con Zika), y 165 (15.23%) positivas a Zika. De la tipificación de Dengue se obtuvieron 374 (90.55%) a DENV-1, 4 (0.96%) a DENV-2 y 35 (8.47%) muestras no tipificables.

Un trabajo elaborado por Ramírez et. al (2018) titulado: “**Identificación de ARBOVIRUS en mosquitos vectores (*Aedes* spp.) de Oaxaca mediante RT-PCR**” se llevó acabo la captura e identificación de *Aedes aegypti* en todas las localidades estudiadas y *Aedes albopictus* en la de la región Costa; se identificó ZIKV y DENV-1 en *A. aegypti*, co-circulación de DENV-1 y ZIKV en *A. aegypti* y se describe por primera vez, la presencia de ZIKV en *A. albopictus*, concluyeron que la presencia de estos vectores infectados con ARBOVIRUS en algunas localidades indican un potencial muy alto para presentación de co-infecciones que dificulten el diagnóstico clínico.

Un estudio descriptivo realizado por Espinoza (2018) titulado: “**Influencia del comportamiento de algunas variables climáticas sobre el índice de infestación del mosquito *Aedes aegypti*, municipio de Managua, 2009-2017**” que tenía por objetivo determinar la Influencia del comportamiento de algunas variables climáticas sobre el índice de infestación del mosquito *Aedes aegypti*, encontró que la fuerza de correlación de las variables índice de infestación y humedad relativa es directa, con un valor de 0.53 de coeficiente de correlación de Pearson, es decir que a medida que aumenta la humedad relativa aumenta también el índice de infestación del mosquito *Aedes aegypti* demostrando que existe influencia del comportamiento de algunas variables climáticas sobre el índice de infestación del mosquito *Aedes aegypti*.

También se encontró otro estudio realizado por Martínez (2020) titulado: “**Identificación de especies del género *Aedes* (Díptera; Culicidae) y detección de infección por Arbovirus (CHIKV, DENV, MAYV, ZIKV) circulantes en tres municipios de Arauca, Colombia**”, este tuvo como objetivo la identificación (morfológica y molecular) de las especies del genero *Aedes* presentes en tres municipios (Saravena, Arauquita y Tame) del departamento de Arauca, Colombia. Así como, la detección de la infección por ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya, Zika y Mayaro), mediante la amplificación del material genético por RT-PCR. Los resultados muestran la coexistencia de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en la zona urbana de los municipios de Saravena y Arauquita, donde los individuos se encontraron infectados por Dengue (DENV-1) y Chikungunya (CHIKV). El ARBOVIRUS con mayor frecuencia es el DENV-1 con una tasa de infección de 24,3%

(27/111) para *Ae. aegypti* y 39,7% (23/58) para *Ae. albopictus*. Seguido por CHIKV con una tasa de infección de 1,8% (2/111) para *Ae. aegypti* y 6,9% (4/58) para *Ae. albopictus*. Se obtuvo un 4.5% (5/111) de infección mixta por DENV-1 y CHIKV en la especie *Ae. aegypti* y no se detectó infección por Zika (ZIKV) y Mayaro (MAYV). Una Investigación titulada: “**Protocolo de vigilancia de la enfermedad por virus Zika**” elaborado por la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica de España (2019) el cual expone que: Hasta el año 2007 sólo se habían notificado en el mundo 14 casos humanos de infección por virus Zika. En ese mismo año se registró en la Isla de Yap (Micronesia) el primer brote por virus Zika fuera de África y Asia. Estudios serológicos en la población de la isla demostraron que hasta el 73% de los habitantes presentaban anticuerpos frente al virus. En mayo de 2015 se confirmó en Brasil la transmisión autóctona del virus Zika. El brote en Brasil comenzó en el mes de febrero en los estados de Bahía y Río Grande del Norte y se ha extendido a la mayoría de los estados del país. En septiembre de 2015, Colombia notificó transmisión autóctona del virus en gran parte del país; en octubre, el Ministerio de Salud de Cabo Verde detectó por primera vez casos confirmados de enfermedad por virus Zika y en el mes de diciembre ya son varias las islas afectadas por el brote. Desde el mes de noviembre de 2015 la epidemia se ha ido extendiendo por casi todos los países de América Latina.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Analizar el comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco durante el 2019.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Relacionar la temperatura y precipitación con el número colectado de vectores transmisores de ARBOVIRUS de los SILAIS en estudio
2. Describir el comportamiento por mes de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en cada SILAIS de estudio durante el 2019.
3. Determinar la prevalencia de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya o Zika) en mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS en estudios durante el 2019.

V. MARCO TEÓRICO

Es necesario plantear algunos parámetros que sirvan como ejes conceptuales para el desarrollo del tema. Por tanto, el marco teórico que se presenta a continuación expone diversos términos y conceptos en los que se basa el estudio.

5.1 *Aedes aegypti*

Es un mosquito que pertenece al género *Aedes*, de hábitos urbanos y cuya hembra se caracteriza por necesitar sangre de mamíferos para el desarrollo de sus huevos. Esto las convierte en excelentes transmisoras de enfermedades virales entre personas, al respecto Elgueta, (2016) afirma que: “Es el principal vector artrópodo causante de transmitir virus que afecta la salud pública” (p.25).

5.1.1 Morfología

El huevo tiene un tamaño menor a 1 mm. No posee estructura externa para flotación y la superficie es reticulada (Elgueta, 2016). La larva mide de unos 4 a 6mm, el tubo respiratorio ubicado en la parte distal del cuerpo es el que entra en contacto con el aire y posee un solo penacho de pelos, su cuerpo es liso y su abdomen posee 9 segmentos e hileras rectas de 7 a 12 escamas en el octavo segmento. La pupa es pequeña mide 2mm y tiene paletas natatorias abdominales con un pelo. El adulto es pequeño con 5mm de largo aproximadamente, su cuerpo es de color negro, con bandas de color plateadas o amarillo blanquecino sobre fondo oscuro, formados por escamas claras que simulan la forma de una lira en el dorso del tórax. Las patas también poseen bandas y el último segmento es de color blanco (Salud Escolar, 2016). La hembra en la cabeza posee un par de antenas pilosas mientras que en los machos son plumosas. También poseen un par de palpos maxilares cortos en las hembras y alargados en los machos. Solo la probóscide de las hembras está adaptada para picar y succionar sangre ya que necesitan la albúmina para la formación y maduración de los huevos (Sánchez, s/f).

La vida del mosquito adulto *Aedes aegypti* puede variar dependiendo de las condiciones donde se desarrolla, la hembra vive en promedio 30 días y puede oviponer hasta 700 huevos, prefiere recipientes oscuros donde haya agua limpia y tiene una dispersión de 100 mts aproximadamente aunque se ha demostrado que esta puede volar hasta 3 km en la búsqueda de criaderos. (Arenas y Carvajal, 2012).

5.1.2 Ciclo de vida

5.1.2.1 Huevo:

Los mosquitos hembras adultos depositan sus huevos sobre las paredes internas de recipientes con agua, las cuales están húmedas; los huevos se adhieren a las paredes de los recipientes como si tuvieran pegamentos. El proceso de incubación se completa desde unos cuantos días hasta meses, sin embargo, pueden sobrevivir sin estar dentro del agua por un período de tiempo más largo. En un ambiente óptimo un huevo demora entre 7 y 10 días en convertirse en un mosquito adulto. (CDC s/f).

5.1.2.2 Larva:

Los huevos eclosionan dando lugar a las larvas, este proceso tiene lugar cuando los huevos quedan cubiertos por agua. Se mantiene en posición casi vertical y presenta cuatro estadios larvales donde el cuarto puede prolongarse varios meses ante condiciones adversas. Se convierten en crisálidas o pupas en tanto solo 5 días.

5.1.2.3 Crisálida o Pupa:

Viven en el agua y duran entre 2 o 3 días en convertirse en mosquito adulto.

5.1.2.4 Mosquito Adulto:

Los mosquitos hembras adultos pican a personas y animales. Después de alimentarse buscan entornos acuosos para depositar sus huevos y completar el ciclo.

5.1.3 Papel del *Aedes* en la transmisión de enfermedades virales

Los vectores son organismos que pueden transmitir enfermedades infecciosas entre personas o de animales a personas. Generalmente son insectos hematófagos que ingieren el agente patógeno junto con la sangre de por un portador infectado para luego inocularlo en un nuevo portador al ingerir su sangre. A estas enfermedades se les conoce como Arbovirosis (OMS, 2017).

Vargas (2016) manifiesta que “durante mucho tiempo estas entidades se agruparon como ARBOVIRUS; el término se deriva de la expresión anglosajona Arthropod Borne virus o virus transmitidos por artrópodos” (p. 848).

Por otro lado Avendaño et. al (2011) señala que “los ARBOVIRUS representan un grupo de virus ARN pertenecientes a distintas familias, que tienen en común el hecho epidemiológico de requerir de un vector para su complejo ciclo de transmisión” (p.257).

La mayoría de estos virus corresponden a las familias Flaviviridae y Togaviridae, son más frecuentes en zonas tropicales y subtropicales. Esta distribución está determinada por diversos factores demográficos, medioambientales y sociales. Como plantea Avendaño et al. (2011):

Estos son de distribución mundial, con mayor prevalencia en zonas tropicales y subtropicales. Las enfermedades que producen dependen de las condiciones climáticas. Provocan endemias en las zonas selváticas de lluvia tropical y epidemias en zonas templadas después de las lluvias, dependiendo especialmente del aumento de la población de mosquitos (p.242).

Los virus infectan amplificándose en el vector y hospedador. Tal como refiere Carballal y Oubiña (2014):

La competencia vectorial esta dada por la capacidad de infectarse al ingerir sangre del hospedador virémico y la capacidad de transmitir el virus a otro hospedador susceptible. Para cada virus y vector existe un umbral de la cantidad de virus en sangre por debajo del cual el vector no se infecta. Superando ese umbral, el virus ingerido llega al intestino, en cuyas paredes se replica, pasa a la linfa y con ella llega a la glándula salival, donde se encuentra durante toda la vida del vector. Esta infección no es deletérea. Cuando el vector infectado pica a otro hospedador, inyecta saliva contaminada. El tiempo desde que el vector ingiere la sangre virémica hasta que el virus se detecta en la glándula salival y lo puede transmitir, se denomina período de incubación extrínseca. Este proceso es dependiente de la temperatura ambiente. La longevidad del vector es suficiente para proveer la oportunidad de picar a múltiples hospedadores susceptibles, transmitiendo el virus. (p.574).

Los mosquitos *Aedes* suelen picar durante el día, sobre todo al amanecer y al anochecer; él mismo puede transmitir el Dengue, Chikungunya y Zika (OMS, 2018). Sánchez (s/f) manifiesta que macho y hembra se alimentan de carbohidratos procedentes de frutas y néctar de las flores, pero las hembras además se alimentan de sangre preferentemente del hombre tras el apareamiento y este hecho les proporciona las proteínas necesarias para el desarrollo de los huevos. La puesta de huevos se produce generalmente durante el día, especialmente en las primeras horas o al anochecer. Las partes bucales del macho no están adaptadas para chupar sangre.

La infección en el humano inicia una vez que el mosquito pica e inyecta saliva infectada con el virus en las células dendríticas y queratinocitos, posteriormente este migra a los ganglios linfáticos donde se amplifica. Finalmente llega al torrente sanguíneo donde se disemina la infección comprometiendo a los monocitos, macrófagos, linfocitos CD4⁺ y CD8⁺. Además, puede hacerlo en hepatocitos, endotelio, fibroblastos, neuronas y también se ha demostrado que puede completar su ciclo viral en las plaquetas (Beita et al., 2016).

5.1.3 Generalidades de los virus

Carballal y Oubiña (2014) define a los virus como:

Un programa, o un complejo informacional macromolecular. Las características de los virus son: pequeño tamaño, 20 a 250 nm; ser parásitos genéticos intracelulares obligados; poseer (casi siempre) un solo tipo de ácido nucleico en la partícula viral completa o virión, una estructura elemental y un mecanismo complejo de replicación. (p. 36).

Avendaño et al. (2011) concuerda en que:

(...) un virus es un agente capaz de transferir un ácido nucleico entre diversas células utilizando en su etapa extracelular una cubierta proteica destinada a proteger y ayudar a la transmisión del ácido nucleico. Las partículas virales completas que son capaces de infectar una célula se denominan viriones (p.19).

5.3.1 Tamaño

La mayoría de los virus poseen un tamaño muy inferior al de las bacterias. Según Carballal y Oubiña (2014) para los virus se utiliza una medida inferior al micron llamada nanómetro (nm) o milimicron (mμ) que equivale a 10⁻⁶ metros. Los virus más pequeños, por ejemplo los de la familia picornaviridae, que incluyen el virus de la poliomielitis, miden alrededor

de 27 nm y los más grandes, como los de la familia Poxviridae, donde se encuentra el virus de la viruela, 250 nm.

5.3.2 Estructura

los virus poseen un solo tipo de ácido nucleico ya sea DNA o RNA, estos constituyen el nucleoide y asociado a proteínas, se designa como core viral. En el core se encuentra toda la información genética; siendo los ácidos nucleicos los responsables de la infectividad. El core está protegido por una cubierta proteica denominada cápside. (Carballal y Oubiña, 2014)

5.3.2.1 Cápside

La cápside está formada por capsómeros o unidades morfológicas que se encuentran en la superficie de la partícula en los virus desnudos, están compuestas por unidades de proteínas. Los capsómeros pueden ser de forma esférica hueca o prisma con una zona hueca central. Y la función principal es proteger el genoma del medio extra e intracelular para que se pueda dar la adsorción del virus y penetración en la célula que infectará. (Avendaño et al. 2011)

5.3.2.2 Envoltura

Carballal y Oubiña (2014):

La envoltura es lipoproteica, de composición similar a la de la membrana de la célula infectada, ya que los virus la adquieren de esta. La presencia o no de envoltura determina la resistencia de los virus al medio externo y esto es de fundamental importancia en la forma de transmisión de las enfermedades virales. La mayoría de los virus desnudos son resistentes al medio externo, a la desecación y a solventes de lípidos (p.19)

5.3.3 Ciclos de replicación

“El ciclo de replicación de un virus es un conjunto de eventos que conducen a una infección viral productiva, comienza con la unión de las partículas virales con receptores específicos presentes en la superficie celular” (Carballal y Oubiña, 2014, p. 47).

Los eventos que ocurren durante un ciclo de replicación viral son los siguientes:

5.3.3.1 Adsorción

Para iniciar la replicación en una célula, los virus deben adherirse a la membrana plasmática y dicha interacción implica la unión de una proteína de la cubierta viral (cápside o envoltura) denominada anti receptor o proteína de unión, con una molécula presente en la superficie celular o receptor. La presencia de receptores específicos es lo que determina la susceptibilidad de un tipo celular a determinado virus, por lo tanto, esta interacción inicial entre el virus y la célula es de suma importancia en la patogénesis viral.

5.3.3.2 Penetración

Luego de la unión al receptor, el virus debe atravesar la membrana plasmática para iniciar su replicación. En el caso de los virus envueltos, la penetración viral puede ocurrir por fusión a nivel de la membrana plasmática o por endocitosis mediada por receptor y ambos mecanismos involucran un proceso de fusión de membranas.

5.3.3.3 Desnudamiento

La pérdida de la cubierta viral (envoltura o cápside) se conoce como proceso de desnudamiento y es imprescindible para la posterior expresión de los genes virales. A excepción de los virus con genoma RNA simple cadena de polaridad positiva, el desnudamiento no implica la liberación del ácido nucleico desnudo en el interior de la célula, sino que el mismo permanece íntimamente asociado a algunas proteínas virales conformando complejos núcleo proteicos.

5.3.3.4 Expresión y replicación del genoma

Los procesos de biosíntesis intracelular de macromoléculas virales comprenden:

- ✓ La expresión del genoma a través de la síntesis de las proteínas virales, para lo que previamente deben generarse los correspondientes RNA mensajeros (RNAm)
- La replicación del genoma viral a través de la síntesis de moléculas progenie del ácido nucleico viral.

5.3.3.5 Ensamble y liberación

Una vez que se ha sintetizado dentro de la célula suficiente cantidad de proteínas y genomas virales, se pasa a las etapas finales del ciclo de multiplicación, que consisten en el ensamble de los distintos componentes para formar nuevas partículas virales y su posterior liberación o salida a partir de la célula infectada. La forma en la que ocurren estos procesos va a depender de las características de la cápside y de la presencia o no de envoltura. Las cápsides icosaédricas se ensamblan por interacciones de las distintas subunidades con total independencia de la síntesis del genoma, así pueden detectarse en la célula infectada. El genoma se introduce en la cápside pre armada a través del reconocimiento entre secuencias específicas del genoma, denominadas secuencias de empaquetamiento, y algún dominio particular de una proteína de la cápside. Por el contrario, en los virus con cápside helicoidal, la cápside se va estructurando por agregado de subunidades proteicas alrededor del ácido nucleico viral a medida que este se va sintetizando. Por último, los virus envueltos adquieren su envoltura a través de un proceso de brotación a partir de la membrana celular. La bicapa lipídica de la envoltura deriva totalmente de la membrana celular en la que se ha insertado las glicoproteínas codificadas por el virus formando las espículas que se proyectan hacia el exterior (Carballal y Oubiña, 2014).

5.2 Principales Arbovirosis en Nicaragua

Las Arbovirosis prevalentes en Nicaragua son: Dengue, Chikungunya y Zika, las cuales son transmitidos por el vector *Aedes aegypti* que debido al clima tropical existente en el país logra desarrollarse con mucha facilidad afectando en gran manera la salud pública.

5.2.1 Virus del Dengue

“El Dengue es una enfermedad infecciosa causada por el género flavivirus que es transmitido por mosquitos principalmente por el *Aedes aegypti*. La infección causa síntomas gripales, y en ocasiones evoluciona hasta convertirse en un cuadro potencialmente mortal” (Aguilar, 2016, p. 8)

Núñez y Vidaurre (2015) afirman que:

El Dengue es una enfermedad infecciosa, sistémica y dinámica, que se caracteriza por el inicio súbito de un síndrome febril. Puede cursar en forma asintomática o expresarse con un espectro clínico que incluye las expresiones graves y no graves. El virus del Dengue es transmitido mediante la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, infectado con el virus, el cual pertenece a la familia Flaviviridae, en la que se distinguen cuatro serotipos conocidos como DEN 1, DEN 2, DEN 3 DEN 4 (P.7).

Nicaragua en los últimos 3 años solo ha tenido presencia del serotipo 2, que de acuerdo con la OPS es el más agresivo (Galo y Tijerino, 2019).

5.2.1.1 Morfología

La partícula viral del Dengue es de forma esférica y mide entre 30 y 50 nm. Tiene una envoltura formada por proteínas que cubre completamente la superficie del virus. El material genético se encuentra protegido por una nucleocápside circular de simetría icosaédrica; entre la envoltura y la nucleocápside se encuentra una bicapa lipídica, cuyos lípidos se derivan de la membrana celular del hospedero.

El genoma está compuesto por una sola molécula de ARN de cadena sencilla lineal, de sentido positivo y de alta variabilidad genómica. Este virus no es estable en el ambiente, fácilmente son inactivados por el calor, desecación y los desinfectantes que contengan detergentes o solventes lipídicos.

El virus del Dengue ha sido agrupado en base a criterios clínicos, biológicos, inmunológicos y moleculares en cuatro serotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4; cada serotipo crea inmunidad específica para toda la vida contra la reinfección del mismo serotipo (homólogo), así como una inmunidad cruzada de corto plazo contra los otros tres serotipos, la cual puede durar varios meses. Los cuatro serotipos son capaces de producir infección asintomática, enfermedad febril y cuadros severos que pueden conducir hasta la muerte.

El virus del Dengue presenta un genoma ARN de 11 kb que codifica diez proteínas que formarán el virus: 3 estructurales y 7 no estructurales. Las estructurales son la proteína de Cápside (C), Proteína de Membrana (M), y proteína de Envoltura (E). Las proteínas no estructurales (NS) son NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B y NS5. (Morales, 2006).

5.2.1.1.1 Proteínas estructurales

El virus presenta una nucleocápside formada por la Proteína C, que cubre el genoma. Dicha estructura está rodeada por una bicapa lipídica donde se encuentran las proteínas M y E. La proteína M se forma a partir de un precursor (prM), que participa en la regulación de la fusión viral y plegamiento de la proteína E. La glicoproteína E tiene parte en la fusión de membrana, la morfogénesis del virión y unión al receptor. La Proteína E es la que establece el serotipo.

5.2.1.1.2 Proteínas no estructurales

La glicoproteína NS1 presenta 3 categorías: Residentes del retículo endoplásmico, ancladas a membrana y la forma secretada (puede estar en el espacio extracelular, con lo cual puede estimular el sistema inmune). En el suero de pacientes con DENV se ha demostrado la presencia de inmunoglobulinas contra esta proteína. Las Inmunoglobulinas contra la NS1 (in vitro) pueden provocar lisis mediada por complemento y dependiente de anticuerpos en células infectadas y no infectadas, lo que explica en parte el daño al endotelio, y sus consecuencias fisiopatológicas.

La NS2A es una proteína integral de membrana que participa en la replicación del ARN, por medio de un mecanismo aún no bien definido establece si el ARN va a servir como plantilla para la producción de componentes virales o si va a ser envuelto y formar parte de un nuevo virión. NS2B es un cofactor de la proteasa NS3. La NS3 tiene relación con funciones de trifosfatasa de nucleósidos y helicasa durante la síntesis de ARN viral. La NS4A es una proteína integral crítica para la formación de vesículas. NS4B es supresor de interferón gamma y beta. NS5 juega un papel importante en la síntesis de ARN y en el bloqueo de interferón, actúa como polimerasa en la transcripción y replicación viral (Beita et. al, 2016).

5.2.1.2 Clasificación clínica del Dengue

La clasificación de esta enfermedad establece dos formas: Dengue y Dengue grave. La forma del Dengue a su vez se subclasifica en Dengue sin signos de alarma, es decir que la

enfermedad se manifiesta como un síndrome febril inespecífico, y Dengue con signos de alarma, la cual presenta una serie de síntomas como: dolor abdominal intenso y continuo, vómito persistente, acumulación de líquidos, sangrado de mucosas y aumento progresivo del hematocrito (OPS/OMS, s/f).

El Dengue grave se presenta de una forma más agresiva ya que puede causar shock, hemorragia interna e incluso la muerte (CDC, 2019).

5.2.1.3 Manifestaciones clínicas

La infección por Dengue es dinámica y sistémica. Tiene un espectro clínico amplio que incluye formas graves y no graves de manifestaciones clínicas. Tras el período de incubación (2-6 días), la enfermedad comienza abruptamente y se caracteriza por 3 fases: febril, crítica y recuperación.

5.2.1.3.1 Fase febril

Generalmente, los pacientes desarrollan fiebre alta y repentina que puede ser bimodal. Esta fase febril aguda por lo general dura de 2 a 7 días y suele ir acompañada de enrojecimiento facial, eritema de la piel, dolor de cuerpo generalizado, mialgia, artralgia, cefalea, y dolor retro ocular. Puede ser difícil distinguir clínicamente el Dengue en la fase febril temprana de otras enfermedades febriles agudas, por lo tanto, la vigilancia de signos de alarma y otros parámetros del estado hemodinámico de los pacientes es crucial para el reconocimiento de la progresión a la fase crítica.

En esta fase se pueden presentar manifestaciones hemorrágicas menores como petequias y equimosis en la piel, el hígado puede estar aumentado y doloroso a la palpación y la bradicardia relativa es común en esta fase (Núñez y Vidaurre, 2015).

5.2.1.3.2 Fase crítica

La defervescencia se produce entre el día 3 - 7 de la enfermedad, cuando la temperatura desciende a 38C - 37,5 o menos y se mantiene por debajo de este nivel, es en este momento que los pacientes pueden mejorar o empeorar, si mejoran tienen Dengue sin signos de

alarma. Si empeoran pueden presentar signos de alarma como es el aumento significativo en la permeabilidad capilar, esto marca el inicio de la fase crítica.

Cuando la fiebre desciende se pueden presentar síntomas como: dolor abdominal intenso y frecuente, derrame pleural o ascítico, vómitos con más frecuencia y evidencia de hepatomegalia. Algunos pacientes pueden evolucionar a Dengue grave con datos de fuga capilar lo que conlleva a choque (shock del Dengue), generalmente el shock solo dura algunas horas. Sin embargo, puede ser prolongado desde 12 a 24 horas, en ocasiones más de 48 horas. Si esto ocurre los pacientes pueden evolucionar a un cuadro de distrés respiratorio o presentar complicaciones como hemorragias masivas, falla multiorgánica y coagulación intravascular diseminada (CID). El período de fuga capilar clínicamente significativo usualmente dura de 24 a 48 horas (Cáceres, 2014).

5.2.1.3.3 Fase de Recuperación

Se caracteriza por la reabsorción gradual del líquido extravascular, se lleva a cabo durante un período de 48-72 horas el estado general de los pacientes mejora, se estabiliza el estado hemodinámico y la diuresis. El hematocrito se estabiliza o puede ser menor debido al efecto de dilución del líquido reabsorbido. Los glóbulos blancos por lo general comienzan a subir poco después de la defervescencia, pero la recuperación de plaquetas es típicamente más tardía que el de recuento de glóbulos blancos. Algunos pacientes pueden tener una erupción cutánea clásica "islas blancas en el mar rojo" (Núñez y Vidaurre, 2015).

5.2.1.4 Signos de alarma

- ✓ Dolor abdominal intenso y sostenido.
- ✓ Diarrea.
- ✓ Vómitos persistentes.
- ✓ Derrame seroso (en peritoneo, pleura o pericardio) detectado por clínica, por laboratorio (hipoalbuminemia) o por imágenes (ecografía de abdomen o Rx de tórax).
- ✓ Sangrado de mucosas.
- ✓ Cambio en el estado mental del paciente: somnolencia o irritabilidad.

- ✓ Hepatomegalia > 2 cm (La hepatomegalia brusca se observa sobre todo en niños).
- ✓ Incremento brusco del hematocrito concomitante con rápida disminución del recuento de plaquetas (MINSA, 2013).

5.2.2 Virus del Chikungunya

El origen de la palabra viene de la lengua africana makonde, que quiere decir: doblarse por el dolor. La primera descripción de una enfermedad febril asociada con artritis severa fue realizada en India en 1824 (OPS, 2014).

5.2.2.1 Morfología

El virus del Chikungunya pertenece a la familia Togaviridae, género Alphavirus por esa razón sus características estructurales son similares a otros alfavirus. Apenas alcanza entre 60 y 70 nm de diámetro y está constituido por viriones envueltos por una bicapa lipídica derivada de la membrana plasmática de la célula infectada (Cervantes y San Juan, 2016).

Vargas (2016) plantea que:

La membrana viral proviene de unidades de membrana de las células hospederas. En la membrana se localizan 80 espículas de trimeros formados por dímeros de las proteínas E1/E2. Por su estructura el virus es termolabil y sensible a detergentes y solventes orgánicos. La replicación viral se lleva a cabo en el citoplasma celular. (p.934).

Su genoma consiste en una simple cadena de ARN de polaridad positiva no segmentado, de 11.8 Kb de largo. Codifica para 4 proteínas no estructurales (nsP1, nsP2, nsP3 y nsP4) y las proteínas estructurales comprenden una proteína de cápside (C), dos glicoproteínas superficiales de envoltura (E1 y E2) y dos pequeñas proteínas adicionales (E3 y 6k) (Barba, 2015).

5.2.2.2 Manifestaciones clínicas

Luego de la picadura del insecto, el virión es inoculado en los capilares sanguíneos y la epidermis, en esta fase intradérmica el virus se replica en las células epiteliales, fibroblastos, monocitos y macrófagos, los monocitos son posteriormente responsables de la diseminación hemática. En modelos experimentales se ha observado que los sitios de

replicación secundarios lo constituyen los músculos, afectando también fibroblastos articulares, endotelios capilares, hepatocitos y cerebro.

El suceso que ocurren luego de la picadura del zancudo es el de replicación, donde el mayor nivel de replicación y los niveles máximos de IFN de tipo I coinciden con el inicio de la sintomatología. El cuadro clínico se inicia con eventos de fiebre alta, escalofríos, sudoración, astenia, mialgias, cefálea y exantema petequial o maculopapular. En algunos casos de niños se puede ver lesiones bullosas en palmas y plantas. Las personas afectadas refieren fuertes dolores articulares y tienen un carácter incapacitante. Son menos frecuentes los dolores lumbares, náusea, vómito y la conjuntivitis

También existen infecciones asintomáticas, estas son más frecuentes en personas de mayor edad. Las formas agudas se manifiestan como cuadros de encefalitis, miocarditis, hepatitis o falla orgánica múltiple. En pacientes adultos aparecen múltiples complicaciones que son más o menos infrecuentes como uveitis, retinitis, miocarditis y pericarditis, hepatitis, nefritis y falla renal, lesiones bullosas, hemorragias, meningoencefalitis, mielitis, síndrome de Guillain-Barré, compromiso de pares craneales y las recaídas de síntomas articulares, Además existen otro grupo de edad que presenta formas graves de infección son los recién nacidos, en quienes los cuadros neurológicos y secuelas neurológicas son a largo plazo (Vargas, 2016).

5.2.2.2.1 Fase aguda

Ocurre desde el inicio de la fiebre hasta el décimo día, presentando síntomas como: Fiebre de inicio brusco y mayor de 38.5°C que puede durar de 2-5 días, Artralgias/artritis incapacitante, edema peri articular en manos, pies y rodillas principalmente, tenosinovitis intensa en muñecas y tobillos, rash que aparece generalmente entre dos a cinco días después del inicio de la fiebre, en aproximadamente la mitad de los pacientes.

5.2.2.2.2 Fase sub aguda

Se presenta del día 11 al 90, en la que los pacientes desarrollan una mejoría breve con una recaída clínica que se exacerba entre el segundo y tercer mes del curso de la enfermedad,

caracterizada por: Artralgias inflamatorias persistentes principalmente en carpo, metacarpo y falanges, alteraciones vasculares periféricas, fatiga y depresión.

5.2.2.2.3 Fase crónica

Es la afectación articular persistente después de los 90 días en pacientes con fiebre por Chikungunya. Los síntomas predominantes continúan siendo artralgias, artritis y tenosinovitis (MINSA, 2014).

5.2.3 Virus del Zika

Salud Escolar (2016) Plantea que: “El virus del Zika es una enfermedad causada por un virus transmitido por mosquitos del género *Aedes*, sobre todo de *Aedes aegypti*; las partículas virales tienen 40 nm de diámetro, con envoltura externa y un núcleo interno denso” (p.47).

Según Alaniz et al. (2017): “El Virus del Zika es considerado un virus peligroso para la salud pública y de muy difícil control por las características reproductivas del insecto, especialmente en zonas tropicales, donde las altas temperaturas y humedad lo benefician” (p.553).

5.2.3.1 Morfología

El virus del Zika es un virus con envoltura cuyo genoma es un ARN de cadena sencilla de orientación positiva, con un tamaño de aproximadamente 11.000 (11 kb) nucleótidos. La transcripción genera un polipéptido que se procesa en tres proteínas estructurales (Cápside: C; Membrana: M, y membrana Envoltante: E) y siete proteínas no estructurales (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B, NS5). En general, los virus con envoltura se unen y entran a sus células huéspedes mediante la fusión con la membrana celular, utilizando un mecanismo de endocitosis y transporte por endosomas que depende en parte de la exposición a un PH bajo y se efectúa a través de las proteínas virales de fusión de membranas, las cuales son las principales implicadas en la unión al receptor, en la fusión y en la entrada a las células del huésped.

La estructura de la proteína de envoltura E del virus del Zika se encuentra unida a un anticuerpo específico. Entre las características en la estructura de la superficie de la partícula viral se cuentan 180 copias de la proteína E (proteína de envoltura), asociadas a la proteína M (proteína de membrana). La proteína M es una proteína pequeña que se oculta bajo la capa de la proteína E. Las proteínas E y M se organizan en una simetría de icosaedro que consta de 60 unidades repetidas, cada una de las cuales contiene tres proteínas E individuales. Las proteínas E se disponen como dímeros, con tres dímeros paralelos entre sí, los cuales forman una especie de balsa. Hay 30 de tales balsas que cubren la superficie viral. La mayor parte de la proteína E, que protruye de la bicapa lipídica, se conoce como el ectodominio E, que contiene tres dominios, DI, DII y DIII, conservados en otros flavivirus. (Gómez, et al., 2017).

5.2.3.2 Vías de Transmisión

El Virus de Zika se ha detectado en líquidos corporales como sangre, orina, semen, líquidos cerebrales y espinales, saliva, líquido amniótico, secreciones femeninas y leche materna. Las investigaciones han revelado que el virus del Zika persiste más tiempo en la orina y el semen que en la sangre (OMS, 2017).

A diferencia de los virus Dengue y Chikungunya, el virus del Zika también tiene otras vías de transmisión tales como:

5.2.3.2.1 Transmisión vertical

El virus puede transmitirse de la madre al feto durante el embarazo, y producir microcefalia (cabeza de tamaño inferior a lo normal) y otras malformaciones congénitas, que constituyen el síndrome congénito por el virus de Zika (OMS, 2018).

5.2.3.2.2 Transmisión Sexual

El virus del Zika puede transmitirse en el curso de una relación sexual, es decir por contacto sexual, hecho que resulta preocupante porque hay una asociación entre la infección y los desenlaces gestacionales y fetales adversos.

También puede transmitirse a través de transfusiones de sangre, productos sanguíneos, y trasplantes de órganos (OMS, 2018).

5.2.3.3 Manifestaciones Clínicas

Esta enfermedad presenta una evolución benigna; los síntomas aparecen de 3 a 12 días después de que la persona haya sido picada por el mosquito transmisor de la enfermedad. La infección también puede presentarse de forma moderada o sin síntomas. Se caracteriza por la presencia de síntomas como:

- ✓ Elevación de la temperatura corporal, que puede ser no muy alta.
- ✓ Ojos rojos sin secreción ni picazón.
- ✓ Erupción en la piel con puntos blancos o rojos.
- ✓ Dolores esporádicos en las articulaciones musculares, de cabeza y de espalda.
- ✓ Posibles afectaciones neurológicas e inmunológicas o congénitas, en pocos casos (Dirección Epidemiológica y Demográfica, 2016).

5.2.3.4 Complicaciones de la enfermedad

La infección durante el embarazo es causa de microcefalia y otras malformaciones congénitas. Así mismo se asocia a complicaciones como el parto prematuro, el aborto espontáneo y la muerte intrauterina. La infección también es un desencadenante de síndrome de Guillain-Barré, neuropatía y mielitis, sobre todo en adultos y niños mayores (OMS, 2018).

5.3 Métodos de diagnóstico de Arbovirosis en humanos

El diagnóstico en el laboratorio para infección por Arbovirosis, se hace mediante ensayos virológicos o por medio de pruebas serológicas (OPS/OMS, 2019). En la fase temprana (fase de viremia) de la infección se deben realizar las pruebas directas, mientras que después del quinto día del inicio del cuadro clínico (período en que aumentan las inmunoglobulinas) son más adecuadas las pruebas serológicas (MINSa, 2014).

5.3.1 Diagnóstico virológico

Las técnicas de laboratorio que pueden utilizarse para diagnosticar infecciones causadas por virus son:

5.3.1.1 Detección molecular

Se realiza en los 5 primeros días desde el inicio de los síntomas, es decir en la fase aguda, mediante técnicas moleculares.

RT-PCR (Reacción de cadena de polimerasa-transcriptasa reversa) convencional o en tiempo real, detecta e identifica con rapidez el virus en muestras clínicas, en el Dengue también permite diferenciar cual es el serotipo responsable del brote. Un resultado positivo confirma el diagnóstico (OPS/OMS, 2019).

5.3.1.2 Aislamiento viral

Cuatro sistemas de aislamiento viral han sido usados para la identificación, inoculación intracerebral en ratones de 1-3 días de edad, cultivos de células de mamíferos, inoculación intratorácica de mosquitos adultos y el uso de cultivos de células de mosquito. Sin embargo, por su complejidad es poco utilizado como método diagnóstico de rutina y se recomienda únicamente para estudios de investigación o caracterización complementaria a la vigilancia en salud pública.

5.3.1.3 Diagnóstico post-mortem

Se toma muestra de tejidos preferiblemente del hígado, seguido del bazo y luego riñón para realizar estudios histopatológicos e inmunohistoquímicos que detecten el antígeno viral. Además, se pueden utilizar métodos moleculares que confirmen los casos asociados a Dengue (OPS/OMS, 2019).

5.3.2 Diagnóstico serológico

Según Casapia y Valencia (2000):

Para el diagnóstico serológico es necesaria la obtención de sueros pareados. El primer suero deberá obtenerse lo más rápido posible después de la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad. La segunda muestra de suero deberá tomarse entre la segunda y cuarta semana después de la primera muestra. (P.34).

5.3.2.1 Prueba de Inhibición- Hemaglutinación (IH)

Es la más frecuentemente usada, es sensible, fácil de realizar, requiere un equipo mínimo, pero los anticuerpos IH pueden persistir por tiempos prolongados, de hasta 48 años o más, por lo que esta prueba es ideal para estudios seroepidemiológicos. Los títulos de anticuerpos IH, empiezan aparecer a niveles detectables para el día 5-6 de la enfermedad, los títulos de anticuerpos en la fase de convalecencia son generalmente superiores a 640 en infecciones primarias. El contraste, en la respuesta anamnésica inmediata en infecciones secundarias o terciarias por Dengue, los títulos de anticuerpos durante los primeros pocos días de la enfermedad se elevan a 5.120-10.240 o más. Por lo que títulos mayores o iguales de 1.280 en la fase aguda o convaleciente temprana son considerados evidencia presuntiva de infección reciente por Dengue (Ávila y Faingezicht, 1999, ¶ 11-14).

5.3.2.2 MAC-ELISA

La prueba de Inmuno-captura enzimática de la inmunoglobulina M, basada en la técnica ELISA, la cual se fundamenta en la captura de IgM presente en la muestra por anticuerpos anti-IgM unidos a la superficie de poliestireno. Las inmunoglobulinas no unidas son eliminadas en el proceso de lavado. En un paso posterior el antígeno conjugado con peroxidasa reacciona con las IgM capturadas y el que no se une es eliminado por los lavados (Vircell, s/f).

5.4 Técnicas de detección de ARBOVIRUS en mosquitos

Se realiza por detección del material genético presente en el mosquito a través del siguiente método:

5.4.1 RT-PCR Triplex en tiempo real

Actualmente, para la detección de los diferentes ARBOVIRUS se puede utilizar la técnica del rt-PCR Triplex en la que realiza la multidetección simultánea de Dengue, Chikungunya y Zika a partir de una muestra de ARN obtenida del Vector Transmisor *Aedes aegypti*.

El Kit utilizado en esta técnica fue diseñado para detectar ARN viral, de los virus Zika, Dengue y Chikungunya, incluye en un pellet liofilizado todos los reactivos necesarios, como primers y sondas específicas para cada uno de los ARBOVIRUS, enzima TaqMan, buffer, agua grado biología molecular, nucleótidos y el control PPIA; después de adicionar la muestra de ARN viral los reactivos homogenizados están listos para la RT-PCR en tiempo Real (López et al., 2018).

Para realizar esta prueba se extrae el ARN total de la célula y se separa la fracción de ARNm, luego de purificarlo el ARN se transcribe a ADN mediante una transcriptasa inversa. Por cada molécula de ARNm se sintetiza una molécula de cADN monocatenaria que luego se convertirá en bicatenaria utilizando una ADN polimerasa (García y Morillo, 1999). A partir de esto se aplica la técnica de PCR que consiste en tomar un pequeño segmento de ADN para amplificarlo y sea fácil de detectar (Saceda, 2019).

5.5 Características climáticas de Nicaragua

Las precipitaciones en Nicaragua varían de menos de 800 mm en las zonas más secas a 5000 mm y más en la zona más húmeda. Estas precipitaciones pueden registrarse en cualquier mes del año, pero la mayor cantidad cae entre mayo y noviembre. En la Región del Pacífico, las precipitaciones anuales oscilan entre los 1000 y 2000 mm. En las regiones Norte y Central las precipitaciones anuales oscilan entre los 800 y 2500 mm y las Regiones Autónomas del Atlántico la cantidad de precipitación anual oscilan entre los 2,500 mm en la parte norte hasta los 5000 mm en el extremo sur este.

La temperatura media en el país presenta muy pocas variaciones en el transcurso del año, mientras que los valores extremos diarios muestran oscilaciones considerables. La variabilidad estacional del régimen térmico se aprecia principalmente en las vertientes de los principales sistemas montañosos del país sobre todo en las zonas de 200 a 900 mts sobre el nivel medio del mar. Existe una clara diferencias del régimen térmico de las zonas costeras del pacífico y atlántico del país, teniendo un comportamiento uniforme en todo año, pero muy diferentes entre sí y las zonas montañosas por encima de los 800 mts sobre el nivel medio del mar.

En la región del Pacífico y en la mayor parte de la región Norte, el clima es Caliente y sub-húmedo. En las partes más altas de la región norte, en la Cordillera de Dipilto, y en municipio de San Rafael del norte en el departamento de Jinotega, el clima es Templado Lluvioso. Con temperaturas medias anuales que oscilan los 18°, debido a que son lugares que se encuentran por encima de los 1000 metros sobre el nivel del mar.

En la llanura de las regiones autónomas del Atlántico, el clima es Monzónico, con un periodo lluvioso de 9 a 10 meses. Al sureste de la región autónoma del atlántico sur y el departamento de Río San Juan el clima es Caliente y Húmedo, y en esta área llueve todo el año (INETER, 2012).

VI. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cómo se relacionan la temperatura y precipitación y el número de mosquitas *Ae. aegypti* colectadas en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco, durante el 2019?

¿Cuál es el comportamiento por mes, de los ARBOVIRUS Dengue, Chikungunya y Zika detectados en mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en cada SILAIS de estudio?

¿Cuál es la prevalencia de los ARBOVIRUS Dengue, Chikungunya y Zika en las mosquitas colectadas en los SILAIS de estudio?

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

Comprende toda la metodología que se usará para llevar a cabo la investigación, es un aspecto muy importante porque a través de este podemos describir el plan general de lo que se realizará para responder a la interrogante que se plantea.

Referente a esto Hernández et al. (2014) plantea que el diseño es: “El Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación” (p.128).

7.1 Tipo de Investigación

El tipo de Investigación es Cuantitativa ya que se analizaron datos estadísticos recopilados de una fuente confiable como es el CNDR e INETER.

Según Hernández et al. (2014):

Es un conjunto de procesos sistemáticos empíricos que se aplican a al estudio de un fenómeno o problema donde se utiliza la recolección de datos en bases a la mediación numérica el análisis estadístico con el fin de establecer pautas de comportamiento y teorías. (p.4)

7.2 Tipo de Estudio

El tipo de estudio es **Descriptivo**, ya que a través de este se detallaron los datos proporcionados por el CNDR e INETER. **De corte transversal**, porque los datos utilizados para este estudio fueron recolectados durante el año 2019 y **retrospectivo** ya que los datos analizados fueron obtenidos en el pasado.

Según Hernández et al. (2014) los estudios descriptivos:

Buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (p.92).

Según Veiga y Zimmermann (2008) expresan que: “Los estudios retrospectivos son aquellos estudios de cortes en los que la enfermedad objeto de estudio se haya producido tiempo antes del momento de iniciación del estudio” (p.8).

Referente a los estudios de corte transversal, Hernández et al. (2014) explica que: “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p.154).

7.3 Método

El método que se utilizó en esta investigación fue **deductivo**, porque a través de los datos obtenidos se presentó el comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitas *Aedes aegypti* y se calculó la prevalencia de estos. Además se calculó el coeficiente de correlación de Pearson relacionando las variables temperatura y precipitación con el número de mosquitas colectadas en los SILAIS de estudio.

Según Gómez (2012): “El método deductivo es el procedimiento racional que va de lo general a lo particular. Posee las características de que las conclusiones de la deducción son verdaderas, si las premisas de las que se originan también lo son” (p.15)

7.4 Técnicas e Instrumentos

La técnica que se utilizó fue el **análisis documental** con el fin de obtener información que respalde la teoría, mediante la búsqueda de varios documentos relacionados con el tema.

El instrumento utilizado en este estudio fue **una ficha de recolección de datos**, necesaria para recopilar información y posteriormente elaborar una base de datos donde se insertaron los resultados obtenidos de pruebas PCR Trioplex en tiempo real realizadas a mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS en estudio para la detección de DENV, CHIKV Y

ZIKV. Además se hizo necesario el uso de otra ficha para recolectar los datos de temperaturas y precipitaciones mensuales del año 2019.

7.5 Población o Universo

El universo de este estudio fueron **todas las hembras *Aedes aegypti* colectadas (5,002)** en los SILAIS de todo el país durante el 2019 siguiendo los lineamientos de selección de sitios para la colecta del vector.

Según Bravo (1998) “El **universo** está conformado por toda la población o conjunto de unidades que se quiere estudiar y que podrían ser observadas individualmente en el estudio” (p.179).

7.6 Muestra

La muestra fueron **datos de mosquitos *Aedes aegypti*** procedentes de los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco con una colecta total de **2,110** durante el 2019.

Bravo (1988) afirma que la muestra es: “Una parte representativa de un conjunto o población debidamente elegida que se somete a observación científica en representación del conjunto con el propósito de obtener resultados válidos, también para el universo total investigado” (p.174)

7.7 Criterios de inclusión

- ✓ Mosquitos que pertenezcan a la especie *Aedes aegypti*.
- ✓ Mosquitos hembras *Aedes aegypti*.
- ✓ Que se hallan colectado en las cabeceras de los SILAIS del estudio.
- ✓ Que se hallan colectado en el período de tiempo en estudio.

7.8 Criterios de exclusión

- ✓ Artrópodos no transmisores de estas Arbovirosis.
- ✓ Mosquitos que no pertenezcan a la especie *Aedes aegypti*.
- ✓ Mosquitos machos *Aedes aegypti*.
- ✓ Mosquitos hembras *Aedes aegypti* no colectados en los lugares de estudio.
- ✓ Mosquitos hembras *Aedes aegypti* colectados fuera del período de tiempo en estudio.
- ✓ Mosquitas que no fueron enviadas adecuadamente al CNDR por los SILAIS donde se colectaron.

7.9 Recolección de información

Los datos de la precipitación y temperatura fueron obtenidos de los boletines climáticos publicados cada mes por INETER en su página oficial de internet. Por otra parte, los datos de las mosquitas se recolectaron en el departamento de Entomovirología del CNDR, a través de una ficha de recolección de datos, se extrajeron de una base de datos primaria los que serían de importancia para este estudio y se excluyeron los que no brindarían aporte al mismo para crear una base de datos secundaria.

7.10 Procesamiento de la información

El documento digital se elaboró utilizando el programa Microsoft Word 2019, este contiene toda la información necesaria para el desarrollo del informe final de este estudio.

Para procesar los datos numéricos se utilizó el programa Microsoft Excel 2019, en el cual se creó una base de datos secundaria y posteriormente calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para determinar la relación entre las variables temperatura y precipitación con el número de mosquitas colectadas, utilizando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Cabe aclarar que INETER no publicó el boletín climatológico del mes de Mayo del 2019, para que esto no afectara el cálculo de coeficiente de correlación de Pearson se hizo necesario calcular un promedio entre los meses abril y junio según el sistema de estadística para evitar vacío de datos, usando la siguiente formula:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

El programa Microsoft Excel 2019 también se utilizó para calcular la prevalencia de cada ARBOVIRUS en mosquitas utilizando la siguiente formula:

$$Prevalencia = \frac{\text{casos existentes en un periodo de tiempo}}{\text{poblacion total en riesgo}} \times \text{factor}$$

Posteriormente se elaboraron gráficos que luego fueron analizados y presentados en el documento de Word. De igual manera se realizó una presentación en Microsoft Power Point 2019, donde se esquematizó la información imprescindible para exponer este estudio.

7.10 Ética de la investigación

Para la obtención de los datos temperatura y precipitación mensual, no fue necesario realizar carta de consentimiento puesto que los datos se encuentran disponibles en línea en la página de internet oficial de INETER.

Para obtener los resultados de pruebas de PCR Trioplex realizadas a mosquitas se requirió una carta de consentimiento dirigida al departamento de Entomovirología del CNDR para poder acceder a la base de datos de esta área de la que solo se extraerían los datos de interés para este estudio.

7.11 Operacionalización de las variables.

Variable	Sub variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala
Factores ambientales	Temperatura	Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera.	Es el grado térmico que puede poseer un cuerpo, objeto o el ambiente.	°C	Promedio mensual
	Precipitación	Es la condensación del vapor del agua atmosférico que se deposita en la superficie de la tierra.	Es un fenómeno natural que ocurre por la condensación del agua.	mm	
Mosquito	<i>Aedes aegypti</i>	Mosquito hembra llamado mosquito tigre y con alta competencia para la transmisión de virus	Vector hembra transmisor de virus como el Dengue, Chikungunya y Zika.	Virus del Dengue Virus del Chikungunya Virus del Zika	Positivo a ARBOVIRUS Negativo a ARBOVIRUS
Virus	Dengue	Virus que pertenecen a la familia Flaviviridae y Togaviridae.	Virus transmitidos por el vector <i>Aedes aegypti</i>	Positivos	Frecuencia
	Chikungunya			Negativos	Prevalencia
	Zika				

VIII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Contextualización de los SILAS en estudio

Los SILAIS son un sistema de atención integral para gestiones propias del Ministerio de salud, que no necesariamente corresponden con la distribución geopolítica del país. Estos, tienen lineamientos para escoger los sitios de colecta del vector y fueron establecidos antes de iniciar la vigilancia entomoviológica (MINSA, 2019), estos lineamientos son:

1. Zonas sin casos positivos al momento de la elección del sitio de colecta.
2. Cabeceras departamentales, por su importancia en salud pública y económica.
3. El 5% del total de Manzanas de los sitios de elección (cabecera), fueron seleccionadas aleatoriamente siguiendo los requisitos anteriores.
4. Cuatro viviendas por manzana, correspondiendo una casa por cada cara de la Manzana seleccionada.
5. Una vez seleccionada la vivienda y la manzana esta será la misma todos los meses y años, a menos que esta vivienda pida la baja del estudio, entonces se cambia la casa pero no la Manzana.
6. Toda colecta deben hacerse antes de las intervenciones.

En Nicaragua existen 16 SILAIS de los cuales en este estudio se tomaron solamente 5, en donde se detalla el número de manzanas vigiladas siendo los siguientes: el SILAIS Managua, vigila 511 manzanas que corresponden a 2,044 viviendas del casco urbano; Las Minas vigila 21 manzanas, 84 viviendas; Zelaya Central vigila 28 manzanas, 112 viviendas; Matagalpa vigila 70 manzanas, 280 viviendas y Boaco vigila 34 manzanas, 136 viviendas. (Ver mapa)

MAPA DE SILAIS EN ESTUDIO

1



Fuente: Tomado de MINSA.

SILAIS Managua

Las oficinas del SILAIS de Managua se encuentran ubicadas en el distrito VI del Municipio de Managua, en la región del pacífico.

El clima de Managua se caracteriza por ser de sabana tropical con una prolongada estación seca y temperaturas que oscilan entre los 27.5°C y 28°C, la precipitación media anual varía entre los 1,000 y 1,500 mm (INEC, 2003). Presenta topografía inclinada hacia la banda Norte, y una zona montañosa que comprende: las sierras de Managua, las sierritas de Santo Domingo y la península de Chiltepe. Cuenta con una serie de lagunas de origen volcánico (INEC, 2003). Por otra parte en una entrevista brindada por Torres a Lara (2016) afirma que “Si bien Managua tiene abundante vegetación en la zona urbana, un problema es que no son árboles nativos, y eso afecta en alguna medida el ecosistema natural. (..) Los árboles que vemos son acacias y eucaliptos, o árboles frutales como el mango. Otro árbol es el Chilamate, pero poco a poco está desapareciendo de la capital porque es un árbol enorme y sus raíces de alto crecimiento son destructoras” (¶. 13-14)

SILAIS Las Minas

Las oficinas del SILAIS Las Minas se encuentran ubicadas en el municipio de Siuna. Este municipio se encuentra ubicado en la parte sur-oeste de la Región Autónoma Costa Caribe Norte.

Siuna es una zona con clima tropical monzónico, con temperaturas promedio de 26°C y precipitaciones superiores a los 2,000 mm anuales. El municipio presenta un período seco aproximado de 2 a 3 meses con lluvias esporádicas. Los meses de máxima precipitación son junio y Julio. Presenta una topografía variada en la que se observan tres tipos de relieves bien definidos: Las zonas bajas paralelas a la costa con altura de 0-30 metros sobre el nivel del mar; terreno plano con pendientes de 0-1% sometidos a inundaciones frecuentes; la zona intermedia con altura de 30-100 msnm, terreno ondulado con pendientes de 0-15%; y la zona montañosa con alturas que van de 100-600 msnm, relieve accidentado y con pendientes que varían de 15-75%.

Predomina la vegetación propia del subtrópico húmedo, con grandes extensiones de bosques latifoliados, siendo uno de los municipios de mayor riqueza forestal de Nicaragua. (Martin, 2019).

SILAIS Zelaya Central

Las oficinas del SILAIS Zelaya Central están ubicadas en el municipio de Nueva Guinea, es uno de los municipios más jóvenes del país

El clima es de selva tropical, con una precipitación promedio anual de 2,245 milímetros. Su temperatura promedio es de 25 °C oscilando entre 22 °C y 26 °C. (Martin, 2019). Nueva Guinea alberga gran biodiversidad de flora y fauna, su suelo es arcilloso y ácido, por ser un trópico húmedo, la descomposición de las hojas, elementos orgánicos y la humedad le favorecen con una capa fértil lo cual lo hace productivo. (Palacios, 2006).

SILAIS Matagalpa

Las oficinas del SILAIS Matagalpa se encuentra en el municipio de Matagalpa. El departamento de Matagalpa y es uno de los más extensos y poblados del país. (Íncer, 1998).

El departamento cuenta con un clima tropical húmedo y seco. La temperatura máxima promedio que alcanza anualmente Matagalpa es de 28. 6° C y la temperatura mínima de 17. 3° C. La precipitación anual total de este departamento es de 1799mm (INETER, 2012). Las montañas de Matagalpa parecen ejercer un efecto beneficioso en la distribución de las lluvias al condensar la humedad proveniente de los lugares bajos de la costa atlántica (Íncer, 1988). Los altos cerros atrapan neblinas y mantienen húmedas las cañadas vecinas, favoreciendo el cultivo del café (Íncer, 1988).

SILAIS Boaco

El SILAIS Boaco se encuentra en el municipio de Boaco. El departamento de Boaco al igual que Matagalpa se ubica en el centro del país. (Íncer, 1998).

El clima es variable por lo general fresco debido a los cerros y colinas que posee. La temperatura varía entre 27 y 30°C en verano y 18°C en diciembre. Las precipitaciones pluviales oscilan entre 1.200 y 2.000mm (INETER, 2012). El departamento se caracteriza por presentar bajas mesetas, cerros áridos y pedregosos. En el municipio de Boaco se localiza un nudo montañoso donde se favorece el cultivo del café.

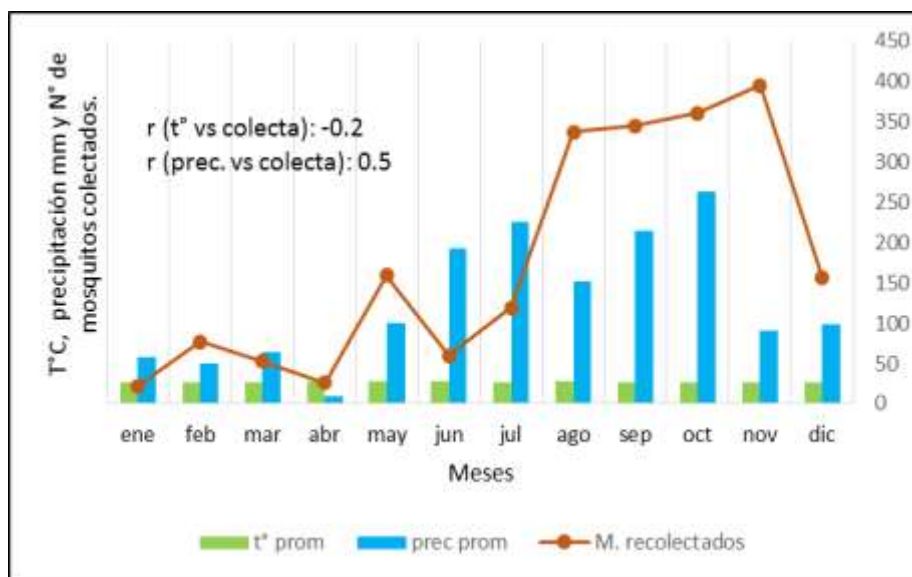
“La vegetación está representada por un bosque tropical, debido a la quema de bosques, agricultura, extracción de leña y madera, la ganadería y otras actividades han ido desforestando el territorio y en la actualidad predomina grandes extensiones de pastizales exceptuando la vegetación de las áreas protegidas” (Buitrago, 2005, p.9).

8.1 Relación existente entre la temperatura y precipitación con el número colectado de vectores transmisores de ARBOVIRUS en los SILAIS de estudio.

8.1.1 Temperatura y precipitación promedio anual vs número de mosquitos colectados.

La temperatura y precipitación promedio anual registrada durante el periodo de estudio fue de 26.9 °C y 129 mm respectivamente en las cabeceras departamentales donde se encuentran ubicados los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco. Además, se realizó una colecta total de 2110 mosquitos hembras *Aedes aegypti*. (Ver gráfico 1)

Gráfico 1. Temperatura y precipitación promedio vs número de mosquitos colectados por mes en los SILAIS.



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR e INETER.

El mayor número de mosquitas colectadas se realizó entre los meses de Junio a Noviembre, siendo estos los de mayor precipitación. En Noviembre, se obtuvo la mayor colecta pese a que la precipitación comenzó a descender, lo cual puede atribuirse a las precipitaciones registradas en el mes de Octubre ya que estas alimentaron criaderos permanentes y nuevos criaderos, lo que concuerda con los resultados encontrados por, Barrera et al. (2011) En su estudio Dinámica de población de *Aedes aegypti* y Dengue influenciados por el clima y el comportamiento humano en San Juan, Puerto Rico que revelaron cambios significativos en

el número de mosquitos adultos asociados positivamente con las precipitaciones, cuando estas se registraron entre los 100 y 120 mm las colectas por día fueron de 7 a 8 mosquitos hembra.

Márquez et al. (2018) en su artículo realizado en Colombia aseveran que el *Aedes aegypti* tiene una rápida tasa de desarrollo, alta supervivencia y capacidad vectorial que puede variar por muchos factores ambientales como la temperatura, lluvia, vegetación y otros. Además establecen que la temperatura óptima para el desarrollo del vector se encuentra entre los 26 y 28°C, concordando con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se encontró una temperatura promedio 26.9°C.

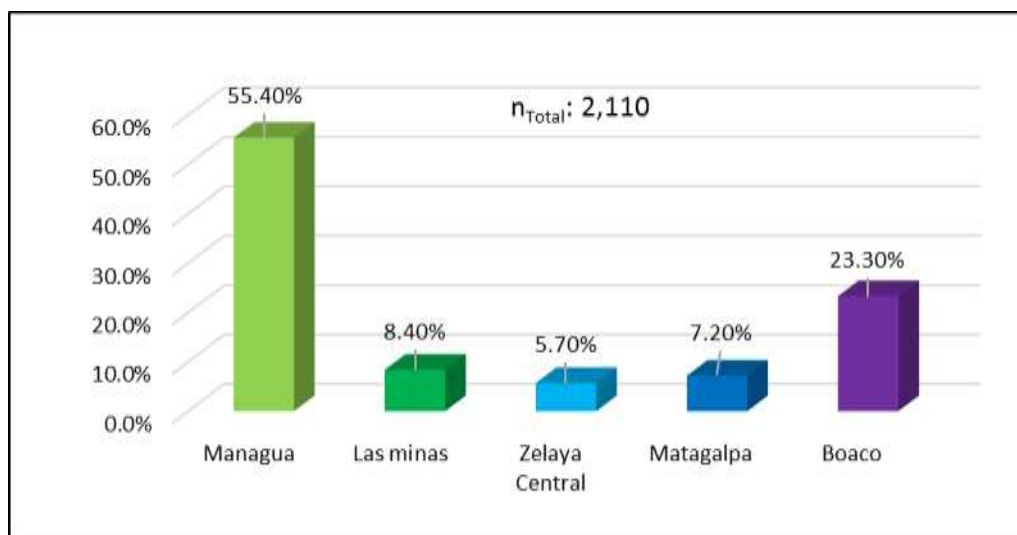
Al calcular el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables temperatura y número de mosquitos colectados se obtuvo una relación baja e inversa entre estas dos variables ($r = -0.2$), indicando que la temperatura no tiene relación directa con la proliferación de mosquitos, esto coincide con Arredondo et al. (2016) En su artículo publicado en la revista Acta pediátrica de México donde afirman que existen otros factores que influyen en la proliferación del vector *Aedes aegypti* como: la deforestación y urbanización deficiente, la que por lo general se acompaña de malos servicios o falta de agua potable ocasionando que los habitantes almacenen agua en recipientes que al encontrarse expuestos al aire libre o sin tapa, favorecen la reproducción de este vector.

Al evaluar el índice de correlación de Pearson entre precipitación y colecta, se obtuvo una relación positiva (0.5) demostrando que esta variable tiene una relación directa en la proliferación de mosquitos ya que las precipitaciones más altas fueron de Mayo a Octubre, meses en los que se obtuvo una mayor colecta. De la misma manera Daza (2018) en su estudio realizado en Perú en los distritos de Calleria y Yarinacocha encontró una relación positiva entre la variable índice de infestación para viviendas positivas con *Aedes aegypti* (variable vinculada al número de colecta de mosquitos) y la precipitación pluvial, puesto que el índice aédico aumento un 14.5%, cuando las precipitaciones alcanzaron el volumen máximo de 406,9 ml, es decir a mayor precipitación mayor índice aédico.

8.2- Colecta de mosquitos *Aedes aegypti* y comportamiento de detección de ARBOVIRUS Dengue, Chikungunya y Zika por mes, en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa y Boaco.

Durante el año 2019 en los 5 SILAIS en estudio se colectaron 2,110 mosquitos *Aedes aegypti* en total, de los que 1168 (55.4%) pertenece al SILAIS Managua, 178 (8.4%) al SILAIS Las Minas, 120 (5.7%) al SILAIS Zelaya Central, 152 (7.2%) al SILAIS Matagalpa y el 492 (23.3%) corresponde al SILAIS Boaco. (Ver gráfico 2)

Gráfico 2. Distribución de Mosquitos *Ae. aegypti* colectados en los SILAIS de estudio durante el 2019



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

El mayor porcentaje de los mosquitos colectados corresponden al SILAIS de Managua, que por ser la capital posee un caso urbano más grande que lo demás departamentos ya que está constituido por 7 distritos y la colecta se realiza en 73 manzanas, 292 viviendas por cada distrito, a diferencia del SILAIS Las Minas que realiza la colecta en 21 manzanas, 84 viviendas; Zelaya Central 28 manzanas, 112 viviendas; Matagalpa 70 manzanas, 280 viviendas y Boaco 34 manzanas, 136 viviendas. Probablemente esta condición de Managua sea la principal razón de la alta colecta de mosquitos en este SILAIS.

Boaco es el segundo SILAIS que obtuvo una alta colecta debido a la actividad económica que posee, como es la agricultura y ganadería, tal como refiere la página oficial del Ministerio agropecuario de Nicaragua se practican actividades como el riego de hortalizas y bebederos de animales lo que obliga a los habitantes a mantener pilas llenas de agua que se convierten en sitios ideales para el desarrollo del vector.

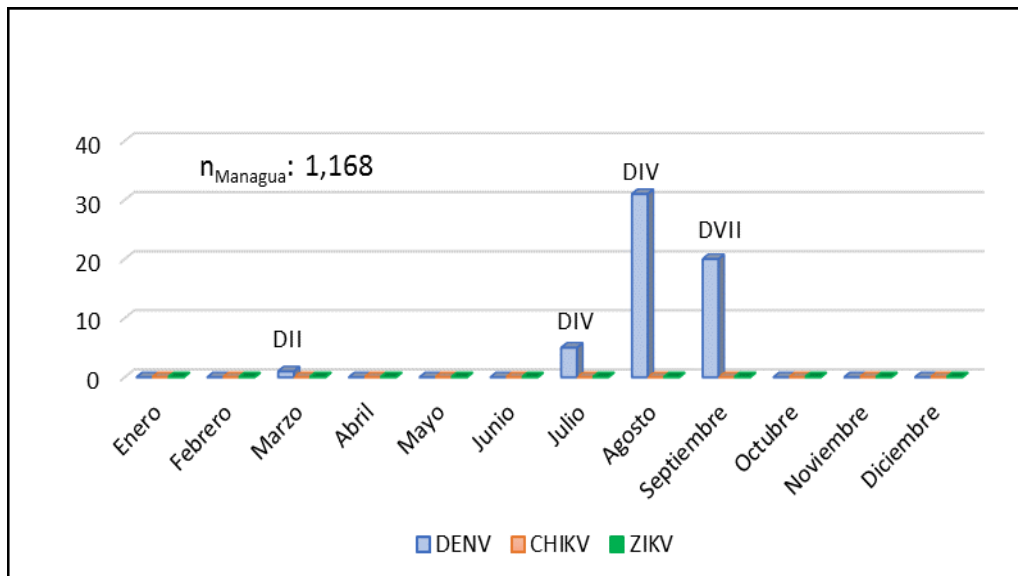
Aunque las colectas realizadas en los SILAIS Las Minas, Zelaya Central y Matagalpa fueron bajas, se encontró *Aedes aegypti*, indicando que en estos territorios el vector encuentra las condiciones óptimas para su desarrollo.

8.2.2 Detección de ARBOVIRUS, SILAIS Managua 2019

Durante el 2019 en el SILAIS Managua se realizó una colecta de 1168 mosquitas (55.4%) *Aedes aegypti* del total colectado por los SILAIS en estudio, la que fue realizada en los 7 distritos del casco urbano que se encuentran dentro de la vigilancia entomoviroológica. De acuerdo a los resultados obtenidos tras realizar RT- PCR Trioplex tiempo real para la detección de los ARBOVIRUS en estudio a las mosquitas colectadas, en tres distritos se detectó virus del Dengue.

Los distritos 2, 4 y 7 detectaron mosquitas positivas para DENV en los meses Marzo, Julio, Agosto y Septiembre. Distrito II, 1 de 5 colectados en el mes de Marzo; Distrito IV, 5 de 18 colectados en Julio, Distrito IV 31 de 198 colectados en Agosto. Distrito VII, 20 de 236 colectados en Septiembre. El resto de distritos a pesar de haber colectado mosquitas *Aedes aegypti*, no se detectaron ninguno de los tres ARBOVIRUS en estudio.

Gráfico 3. Detección de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) en mosquitas *Aedes aegypti* por distritos, SILAIS Managua 2019.



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

En Managua los Distritos con mayor densidad poblacional corresponde a los Distritos II (9,415 personas por Km²), Distrito IV (13,054 personas por Km²) y Distrito VII (6,130 personas por Km²) siendo estos en los que se detectó Dengue virus en las mosquitas *Aedes aegypti*, esto puede ser un factor asociado a la positividad de Dengue, ya que una densidad poblacional alta incrementa el riesgo de que los mosquitos adquieran el virus, esto concuerda con Mena et al. (2011) En su estudio realizado en Costa Rica, donde afirma que el incremento de los casos de Dengue pueden deberse a una serie de factores en los que se incluye el aumento en la densidad poblacional y la urbanización descontrolada, produciendo este último factor un impacto, debido a las deficiencias en el acabado de viviendas y la insuficiencia de servicios básicos como agua potable, salud y saneamiento propiciando el medio adecuado para el contacto humano-vector.

Estos distritos tienen irregularidad en los abastecimientos de agua, ocasionando que la población almacene agua en recipientes mal tapados o expuestos al aire libre, creando el medio adecuado para la proliferación del vector transmisor, lo que coincide con Barrera et al. (2000) en su estudio realizado en Venezuela, donde se encontró que las 30 casas

evaluadas estaban infectadas y que los recipientes para almacenar agua constituían los criaderos más comunes, confirmando que este factor influye en la abundancia de la población vectorial.

Esta detección también puede atribuirse a factores sociales como son las urbanizaciones no planificadas, problemas de saneamiento ambiental, alto crecimiento demográfico, además de la mala disposición de desechos plásticos y otros sólidos que permanecen en el medio ambiente por largos períodos de tiempo y tras mínimas precipitaciones se convierten en sitios ideales para que las hembras *Aedes aegypti* depositen sus huevos incrementando la población vectorial, en consecuencia, las probabilidades de ataque del vector serán mayores. Respecto a esto, Cardona (2018) en un estudio realizado en Colombia determinó que existe relación entre las variables sociales, económicas y espaciales con la transmisión del virus dengue y se encontró que la condición principal que aprovecha el vector para su ataque son las cabeceras municipales donde viven los afectados, con una incidencia del 75.5%. Por otra parte, durante el periodo seco, las fallas continuas en el suministro de agua potable obligan a las personas a almacenar agua en recipientes que al no tener una adecuada limpieza y protección se convierten en la principal fuente de reproducción para estos vectores, al respecto, los resultados obtenidos por Diéguez et al. (2019) en su estudio realizado en República Dominicana, evidencian elevados niveles de infestación por *Ae. aegypti* en los domicilios con recipientes artificiales como contenedores desechables neumáticos y sobre todo tanques de agua.

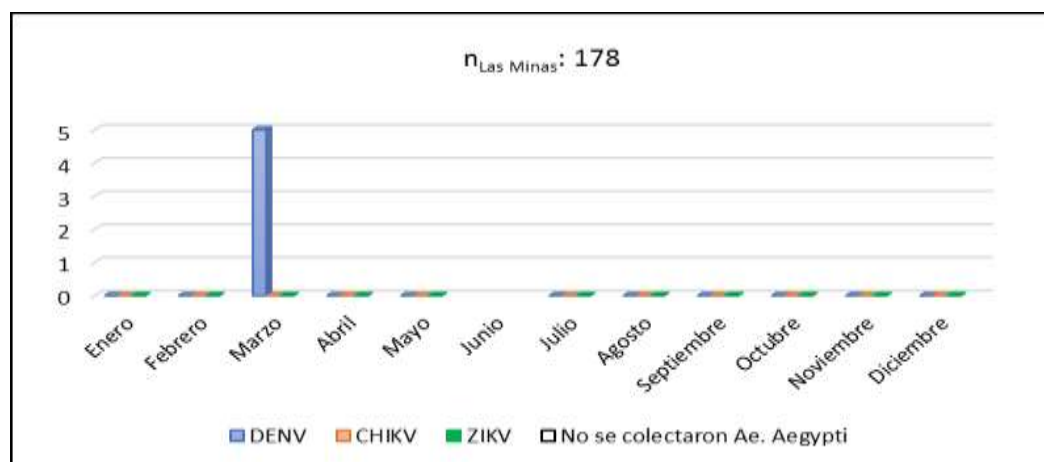
La negatividad de detección de los virus Chikungunya y Zika durante los meses de estudio puede ser atribuido a la inmunización brindada por epidemias ocurridas en los años anteriores (2014-2015) por estos virus, ya que estos brindan inmunidad de por vida en los individuos, como explican Arredondo et al. (2016), en la revista Acta Pediátrica de México, los virus Chikungunya y Zika confieren inmunidad de por vida a los individuos que se recuperan de la infección, a diferencia de estos, el virus del Dengue (clasificado en cuatro serotipos) proporciona a las persona infectadas una memoria inmunológica prolongada que provee protección de por vida contra el mismo serotipo infectante y contra los otros serotipos brinda una protección cruzada que dura en promedio de tres meses hasta tres

años, después de la cual son completamente susceptibles a la infección. Un estudio realizado en Nicaragua por Waggoner et al., (2016) encontró una situación diferente, en un análisis de 2,892 muestras, 29 resultaron positivas para DENV, 4 de estos 29 pacientes volvieron a presentar viremia de DENV en solo 1 o 2 años después de la primera infección por DENV del mismo serotipo, lo que hace pensar que el Dengue virus aun siendo del mismo serotipo no brinda inmunidad de por vida, sin embargo lo encontrado fue un porcentaje bajo y habría que evaluar factores de riesgo que comprometan el sistema inmune de los pacientes estudiados.

8.2.3 Detección de ARBOVIRUS, SILAIS Las Minas 2019.

Durante el año 2019, en el SILAIS Las Minas se colectaron 178 mosquitas (8.4%) *Aedes aegypti* del total colectado por los SILAIS seleccionados. Se les realizó RT-PCR Trioplex tiempo real para la detección de los ARBOVIRUS en estudio. En el mes de Marzo se detectaron 5 mosquitas positivas para Dengue virus de 40 colectadas. En la colecta realizada en el mes de Junio no se encontraron mosquitas *Aedes aegypti*, solo mosquitos que no eran de interés para este estudio (*Culex* spp, copéodos, entre otros). En los meses de Enero, Febrero así como de Abril a Diciembre no se detectó en las mosquitas, ninguno de los tres ARBOVIRUS. (Ver gráfico 4)

Gráfico 4. Detección de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) en mosquitas *Aedes aegypti*, SILAIS Las Minas 2019.



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

El SILAIS Las Minas está ubicado al noroeste del país y comprende los municipios de Bonanza, Siuna, Rosita, Mulukuku y Paiwas, en esta región predominando según Guerrero (2010): “el clima monzónico y se caracteriza por registrar precipitaciones anuales promedios de 2,000 a 4,000 mm (...) y temperaturas anuales que oscilan entre los 25 y 26°C” (Citado por Milán y Martínez, 2010, p.31), factores que facilitan el desarrollo del vector *Aedes aegypti* transmisor de ARBOVIRUS.

La detección de mosquitas positivas por Dengue virus puede estar relacionada a las actividades económicas que se practican en los municipios de este SILAIS, Milán y Martínez (2010) en su estudio realizado en Nicaragua mencionan que los municipios de Bonanza, Rosita y Siuna practican actividades como la Minería, que es el recurso más explotado de la región y otras como el comercio de Pinos y agricultura. Estas actividades comerciales favorecen el aumento vectorial y el desplazamiento poblacional que son factores influyentes en la rápida transmisión del virus dentro de las comunidades y entre ellas, referente a esto, Hernández (2013) en su estudio realizado en Bolivia afirma que los grupos poblacionales móviles sirven de puentes biológicos entre regiones, frustrando cualquier esfuerzo para confinar las enfermedades infecciosas.

Con la detección de mosquitas positivas para Dengue virus en Marzo, el MINSA intensificó las intervenciones epidemiológicas de contención y manejo integrado de vectores como la eliminación de criaderos, control de vectores adultos y larvas, planes chatarras, entre otros, para la reducción de la población de *Aedes aegypti*. Debido a las campañas realizadas durante los dos meses posteriores a la detección, se podría explicar que en el mes de Junio no se encontraran mosquitas *Aedes aegypti* en las colectas, lo que concuerda con Marín et al. (2009) en su estudio realizado en Limón, Costa Rica donde observó una reducción de los índices entomológicos después de las intervenciones de control de vector en un 66.6% de las localidades.

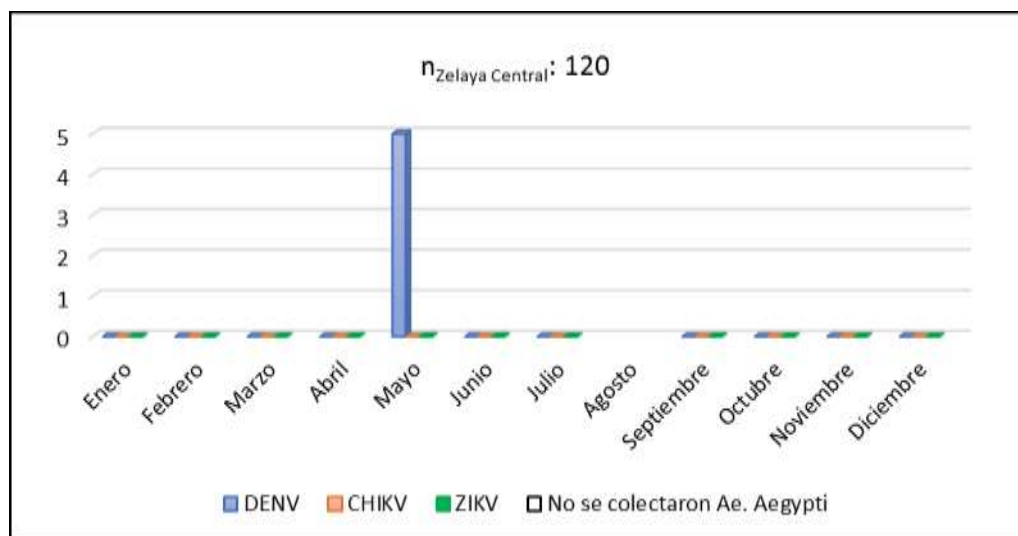
En los meses posteriores a Junio los epidemiólogos regresaron a la normalidad las actividades de control vectorial y estas al no estar orientadas a la eliminación de huevos permiten que siempre exista una población residual, ya que estos al eclosionar se

convertirán en adultos, esto explicaría porque en los meses de Julio a Diciembre se encontraron vectores aunque no se detectaron mosquitas con ningún ARBOVIRUS, esto concuerda con Bisset et al. (2017) en su estudio realizado en La Habana donde encontró que aún después de la implementación de campañas de control y eliminación de vectores, no se ha logrado una disminución significativa de criaderos de *Ae. aegypti*.

8.2.4 Detección de ARBOVIRUS, SILAIS Zelaya central 2019.

En el SILAIS Zelaya Central se colectaron 120 mosquitas (5.70%) del total de mosquitas colectados durante el año de estudio, a las que se les realizo RT-PCR Trioplex para la detección de los ARBOVIRUS en estudio. Se detectaron 5 mosquitas positivas para Dengue virus de 20 colectadas durante el mes de Mayo. En el mes de Agosto no se encontraron *Ae. aegypti* en las colectas realizadas por este SILAIS. Los meses de Enero a Abril y de Junio a Diciembre no se detectaron ninguno de los tres ARBOVIRUS en las mosquitas colectadas en el periodo de estudio. (Ver gráfico 5)

Gráfico 5. Detección de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) en mosquitas *Aedes aegypti*, SILAIS Zelaya central 2019.



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

El SILAIS Zelaya Central está ubicado al suroeste del país y está conformado por los municipios: El Rama, Muelle de los Bueyes, El coral y Nueva Guinea. De acuerdo a la página oficial de INETER (2012) el clima que predomina en esta región es caliente y húmedo con lluvia durante todo el año, la cantidad de precipitación anual oscila entre los 2500 y 5000 mm y las temperaturas varían entre los 26 y 28°C, presentando también condiciones ideales para el desarrollo del vector transmisor de ARBOVIRUS.

Según la página oficial de INIDE (2011) las principales actividades económicas de esta región son la ganadería y agricultura, especialmente en El Rama y Nueva Guinea, siendo estas actividades factores de riesgo significativos, ya que exponen a los seres humanos al vector.

La detección de mosquitas positivas para el virus del Dengue durante el mes de Mayo se puede asociar al desplazamiento poblacional que generan las actividades económicas propias del lugar y como el clima predominante de la región es propicio para el desarrollo del vector, se crea un factor de riesgo importante para la transmisión del Dengue, resultados similares obtuvieron Castillo et al. (2018) en su estudio realizado en Brasil, donde encontraron que de 6,913 casos confirmados de Dengue, 419 fueron importados, confirmado con este estudio que el desplazamiento de personas influye en la transmisión del Dengue de una región a otra.

En el mes de Agosto no se colectó *Aedes aegypti* e igual comportamiento ocurrió en el SILAIS Las Minas, debido a que el Ministerio de salud tras detectar ARBOVIRUS intensifica las campañas de eliminación y control de vectores (adultos y larvas) que usualmente realiza.

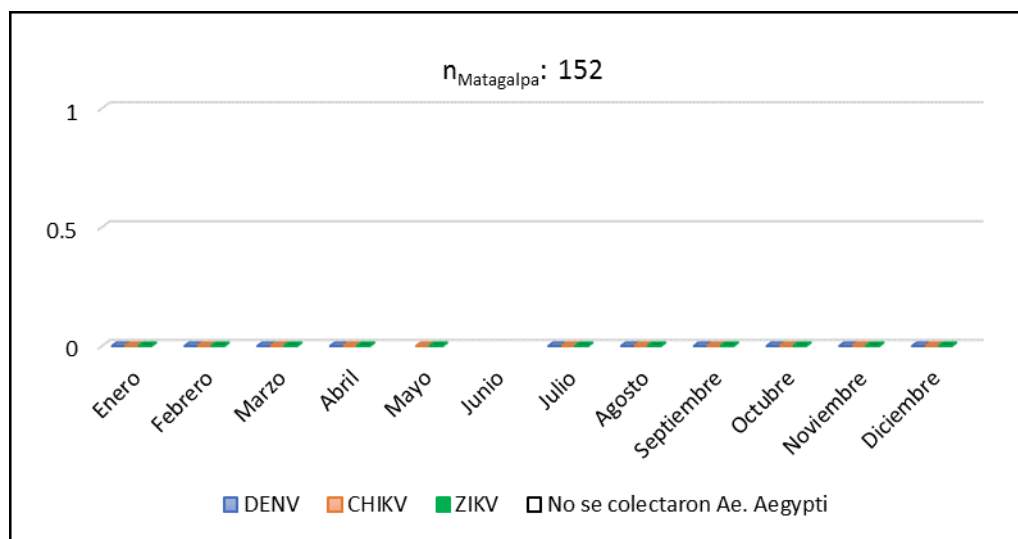
De Septiembre a Diciembre se colectaron mosquitas *Aedes aegypti*, sin embargo no se detectó ninguno de los ARBOVIRUS en estudio, esto puede explicarse porque las actividades de control vectorial que realizan los epidemiólogos del Ministerio de salud, no están orientadas a la eliminación de huevos del vector *Aedes aegypti*, lo que permite que siempre exista una población residual de vectores y estos al completar su ciclo se

conviertan en adultos que no portan el virus del Dengue por ser son una generación nueva y nacer en zonas donde no hay casos.

8.2.5 Detección de ARBOVIRUS, SILAIS Matagalpa 2019.

En el SILAIS Matagalpa se colectaron 152 mosquitos (7.2%) durante el 2019. De Enero a Mayo y de Julio a Diciembre, tras la evaluación molecular (RT-PCR para ARBOVIRUS) realizada en las mosquitas colectadas *Aedes aegypti* no se amplificó ningún virus (Dengue, Chikungunya o Zika) resultando negativas. En el mes de Junio no se colectaron mosquitos *Aedes aegypti*, que son los especímenes utilizados para estas evaluaciones, solo otras especies que no transmiten ARBOVIRUS como Culex entre otros

Gráfico 6. Detección de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) en mosquitas *Aedes aegypti*, SILAIS Matagalpa 2019.



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

El SILAIS Matagalpa está ubicado en el centro del país y está conformado por 14 municipios: Matagalpa, Rio Blanco, San Isidro, San Ramón, Esquipulas, Tuma-la Dalia, Sabaco, San Dionisio, Matiguas, Ciudad Darío, Rancho grande, Muy muy, Waslala y Terrabona. En esta región predomina el clima tropical húmedo y seco. Según INETER

(2019) la temperatura promedio anual de esta región fue de 26.4° C y la precipitación acumulada de 1972 mm.

Las principales actividades económicas que se practican en esta región según INIDE (2011) y registradas hasta la fecha, son actividades agrícolas como la producción del café de alta calidad. La zona ganadera se localiza en el valle de Río Grande. Los granos básicos y otros productos tropicales, incluyendo hortalizas, se cosechan en valles y regadíos como el de Sébaco.

En los meses de Enero a Mayo y de Julio a Diciembre se colectaron mosquitos *Aedes aegypti*, después de los procesos moleculares efectuados en estos especímenes, no se detectaron los ARBOVIRUS en estudio, esto se puede explicar debido a que la vigilancia entomoviroológica se realiza en zonas donde no se han reportados casos positivos de estos en Humanos al momento de su selección, por lo que probablemente al no encontrar personas con viremia, los mosquitos capturados no estaban infectados, similares resultados fueron obtenidos en un estudio transversal realizado en 7 zonas de Oaxaca, México durante el 2018, donde colectaron 1,025 mosquitos *Aedes aegypti*, de las que 5 localidades después de ser evaluadas molecularmente, resultaron negativas para Dengue virus. (Ramírez et al., 2018)

Los resultados negativos en la detección de los ARBOVIRUS Chikungunya y Zika en estudio, después de la evaluación molecular de las mosquitos *Aedes aegypti* colectadas en este SILAIS, puede ser consecuencia de la inmunidad adquirida por la población después de las epidemias presentadas en Nicaragua por los virus de Chikungunya en el 2014 y Zika en el 2015, al respecto, Arredondo et al. (2016) en su artículo publicado en la revista Acta pediátrica de México afirman que el virus Chikungunya existe como un único serotipo y confiere inmunidad de por vida a los individuos que se recuperan de la infección, además aseguran que tras la infección primaria por virus del Zika se desarrolla inmunidad para la reinfección.

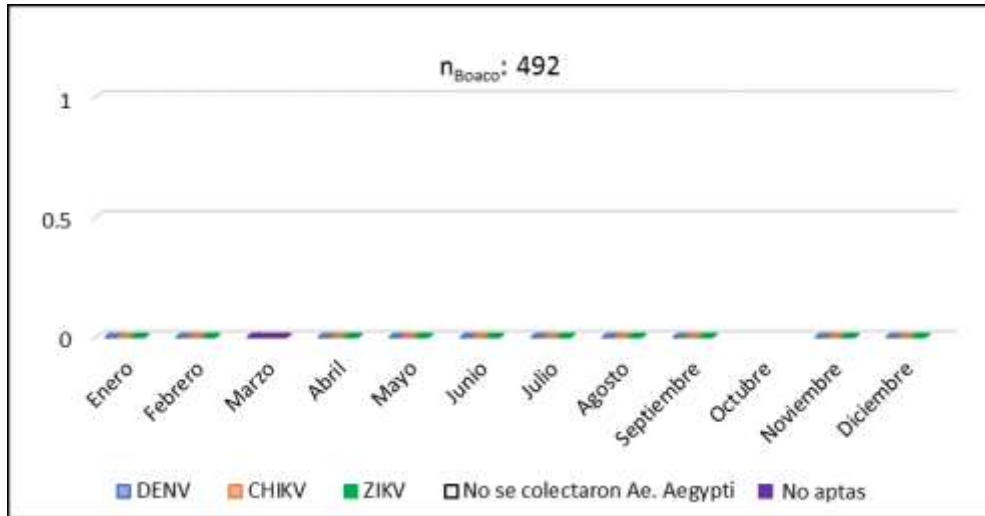
La detección de Dengue virus, al igual que los otros ARBOVIRUS probablemente resultó negativa debido a la inmunidad específica que desarrolla la población a un mismo serotipo de Dengue, respecto a esto Arredondo et al. (2016) plantean que cada serotipo del Dengue virus genera una respuesta inmunitaria a la infección única en el hospedero esto evita la propagación de los virus. De la misma manera Nguyet et al. (2013) afirma que el riesgo de infección del mosquito está directamente asociado a la viremia y fiebre elevadas en el paciente; por el contrario, los niveles elevados de anticuerpos específicos del DENV están asociados a un menor riesgo de infección del mosquito.

Según registros de comunicación del SILAIS enviadas al CNDR, en el mes de Junio no se colectaron mosquitos *Aedes aegypti* debido a que el SILAIS no contó con recursos financieros para realizar la colecta, ya que para llevar a cabo estas actividades se necesita un vehículo para movilizar al personal con las mochilas procopack que son necesarias para realizar la colecta.

8.2.6 Detección de ARBOVIRUS, SILAIS Boaco 2019.

En el SILAIS Boaco se colectaron 492 mosquitos (23.3%) del total colectado, se les realizó RT-PCR Trioplex tiempo real y no se detectó ninguno de los tres ARBOVIRUS en estudio. En el mes de Marzo según registros del CNDR se realizó colecta, pero las mosquitos enviadas no eran aptas para su evaluación molecular, ya que las condiciones de transporte para este tipo de especímenes no fueron las adecuadas. Por otra parte, en el mes de Octubre no se realizó colecta debido a condiciones propias del SILAIS, retomando las colectas el mes siguiente.

Gráfico 7. Detección de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) en mosquitas *Aedes aegypti*, SILAIS Boaco 2019.



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

El SILAIS Boaco está ubicado en la región central este del país y se conforma por los municipios de Boaco, San José de los remates, Teustepe, Camoapa, San Lorenzo y Santa Lucía. Según INETER (2012) el clima de esta región es variable, por lo general fresco debido a los cerros y colinas que posee, la temperatura y precipitaciones oscilan entre 27-30°C en verano y 18°C en Diciembre, 1,200 y 2,000 mm respectivamente. La principal actividad económica de esta región según INIDE (2013) es la producción ganadera y la industria láctea, las cuales se encuentran muy desarrolladas.

Este SILAIS posee condiciones ambientales ideales para el desarrollo y proliferación del vector *Aedes aegypti* y además las actividades económicas que se practican en esta región también favorecen la existencia de los mismos, lo que concuerda con Cheong et al. (2014) en su estudio realizado en Malasia, donde afirma que la presencia del vector está asociado a actividades económicas como la ganadería, ya que estas generan hábitats que favorecen la reproducción del vector.

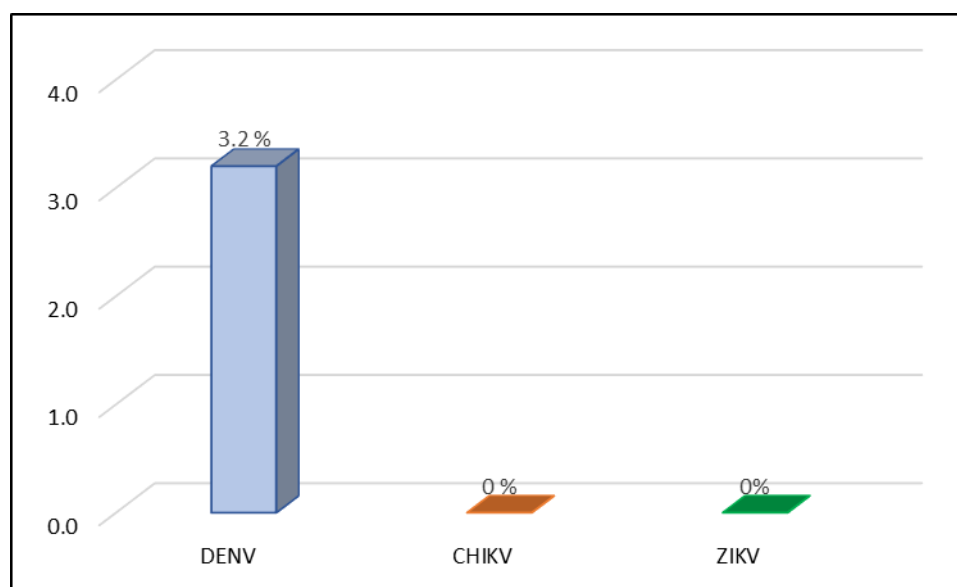
En los meses Enero- Febrero, Abril- Septiembre y Noviembre- Diciembre se colectaron mosquitas *Aedes aegypti*, sin embargo no se detectaron ninguno de los tres ARBOVIRUS en estudio, esto se podría explicar debido a que las zonas vigiladas no tienen casos en

humanos, por lo tanto las mosquitas no se infectan porque no hay personas con viremia. Además se debe tomar en cuenta que en los años anteriores Nicaragua enfrentó epidemias de estas enfermedades creando inmunidad en la población, evitando que las personas sean reservorios para que los vectores adquirieran estos ARBOVIRUS, respecto a esto Acuña y Perret (2016), en su artículo publicado en la revista médica de Chile plantean que las epidemias tienen un curso natural produciendo una barrera inmunológica a medida que la población infectada se recupera, de modo que el mosquito no encuentra personas con viremia para adquirir el virus y aún si llegara a adquirirlo e inocularlo en otro huésped, este ya tiene inmunidad adquirida por infección primaria, por lo tanto no enferma y deja de ser un reservorio para la propagación de estos ARBOVIRUS.

8.3- Prevalencia de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya o Zika) en mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS de estudio durante el 2019

Durante el 2019 se colectó un total de 2,110 mosquitas *Aedes aegypti* en los SILAIS seleccionados para este estudio, a las que se les realizó una evaluación molecular por RT-PCR Trioplex para la detección de Dengue, Chikungunya y Zika, obteniendo 67 mosquitas positivas. Con una prevalencia para dengue virus 3.2%, mientras que para los virus Chikungunya y Zika 0%. (Ver gráfico 8)

Gráfico 8. Prevalencia de ARBOVIRUS detectados en mosquitas *Aedes aegypti* colectadas en los SILAIS de estudio durante el 2019



Fuente: Elaborado por autores de la monografía en base a los datos obtenidos por CNDR

La detección única de Dengue virus encontrada en este estudio puede deberse a que Nicaragua enfrentó brotes epidemiológicos por los virus Chikungunya en el 2014 y Zika en el 2015, lo que provoco que la población desarrollara inmunidad, evitando que sean reservorios para estos virus, al respecto Arredondo et al. (2016) afirma que tras la infecciones primaras por estos virus se desarrolla inmunidad de por vida, lo que implica la disminución de las cargas virales en la población, interrumpiéndose de esta manera el ciclo

de transmisión hospedero- vector, evidenciando esto tras un estudio serológico realizado en México para evaluar la inmunidad desarrollada por los virus Chikungunya y Zika.

Los serotipos del Dengue virus confieren inmunidad temporal a la población, razón por la cual las personas dejan de ser puentes biológicos en la transmisión y propagación de estos ARBOVIRUS, en lugares donde existe el vector. Al respecto otros estudios han encontrado que aun cuando capturaron una buena cantidad de mosquitos, las prevalencias resultantes para los ARBOVIRUS estudiados son bajas, tal es el caso del estudio realizado en Jalisco, México por Ortiz et al. (2018) en el que se realizó la multidetección simultánea de los virus Dengue, Chikungunya y Zika mediante el método RT-PCR en tiempo real, en el que se evaluaron 1,083 mosquitos, obteniendo una prevalencia del 38% para Dengue virus, 15% para Zika y 0.5% para Chikungunya y otro estudio realizado en Indonesia por Rahayu et al. (2019) Quienes después de haber evaluado 29,252 mosquitos hembras mediante la multidetección simultánea de los ARBOVIRUS por RT-PCR, obtuvieron un 0.12% de prevalencia en Dengue y 0% en Chikungunya y Zika, por lo que podemos afirmar que la baja prevalencia encontrada en estos estudios evidencia el carácter inmunitario de la población humana ya que estos crean una barrera natural contra la infección, frente a la infección del mosquito,

Los estudios antes mencionados refuerzan nuestros hallazgos, ya que en Nicaragua ha circulado solo un serotipo de Dengue virus por muchos años confiriendo inmunidad temporal a la población contra este, por esta razón la prevalencia para Dengue virus encontrada en nuestro estudio fue baja.

IX. CONCLUSIONES

Se encontró que existe relación entre la temperatura, precipitación y el número de mosquitos *Aedes aegypti* colectados, particularmente se observó una relación directa de esta última con la precipitación. Las temperaturas tienen un rango de variación bajo a lo largo del año, sin embargo son óptimas para la proliferación del vector, esto indica que las acciones de control del vector deben intensificarse en los meses de mayor precipitación sobre todo haciendo énfasis en los días posteriores a estas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el ARBOVIRUS detectado en mosquitos colectados por los SILAIS Managua, Las Minas y Zelaya Central fue Dengue virus, lo que puede atribuirse las actividades económicas que propician la infección de las poblaciones de mosquitos, debido a que las personas tienden a desplazarse hacia zonas de importancia económica donde pueden adquirir o transmitir estos virus. Además se encontró que en los SILAIS Matagalpa y Boaco no se detectaron ARBOVIRUS en las mosquitos colectadas.

Para finalizar, la prevalencia de los ARBOVIRUS en las mosquitos colectadas en este estudio fue únicamente para Dengue virus y fue baja, esto puede ser producto de diversos factores como la inmunidad generada en la población y las intervenciones de control vectorial que realiza el MINSA. Además no se presentó prevalencia para los virus Chikungunya y Zika.

X. RECOMENDACIONES

A los Estudiantes de Bioanálisis Clínico:

Se profundice sobre esta temática a través de distintos diseños y metodologías que permitan dar continuidad a este tipo de estudio ya que se considera que es necesario observar el comportamiento de estos ARBOVIRUS en las fronteras del país.

Al Departamento de Bioanálisis clínico

Incentivar en los estudiantes el abordaje de líneas de investigación en las que los futuros profesionales de Bioanálisis Clínico se puedan desarrollar en el ámbito epidemiológico para el cual son formados durante la carrera ya que es fundamental, no solo tratar técnica y clínicamente cada uno de los estudios efectuados dentro del laboratorio, sino también saber interpretar de manera epidemiológica los mismos.

A la Población en General:

Participar activamente en las campañas relacionadas al control de vectores impulsados por el MINSA, ya que son parte fundamental para evitar la propagación de estas enfermedades.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Avendaño, L. et al. (2011). *Virología Clínica*. Santiago, Chile: Editorial Mediterráneo.

Carballal, G., y Oubiña, J. (2014). *Virología médica*. Buenos Aires: Corpus Editorial y distribuidora.

Hernandez, R., Fernandez, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Íncer, J. (1998). *Geografía Básica de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: HISPAMER S.A

Vargas, M. (2016). *Virología Médica*. México, D.F. El manual moderno S.A. de C.V

Web-grafía

Acuña L, y Perret, C. (2016). ¿En qué consiste la infección humana por Virus Zika?. *Revista médica de Chile*, 144(10), 1322-1325. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016001000012>

Aguilar, N. (2016). *Análisis de las estrategias para el control y prevención de las enfermedades Dengue, Chikungunya, Zika en Nicaragua, honduras, El salvador marzo 2016* (tesis de grado). UNAN - Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/7793/1/t896.pdf>

Alaniz, A. et al. (2017). *Zika: Probabilidad de establecimiento de su vector, Aedes aegypti, en Chile*. Obtenido de: https://www.academia.edu/36424994/Zika_Probabilidad_de_establecimiento_de_su_vector_Aedes_aegypti_en_Chile

Arenas, A., y Carvajal, L. (2012). Influencia de los cambios climáticos en la definición del sexo en el *Aedes aegypti* y su impacto en las epidemias de dengue. *Revista facultad de salud*. Recuperado de <https://www.journalusco.edu.co/index.php/rfs/article/view/94/158>

Arredondo, J. (2016). Arbovirus en Latinoamérica. *Acta pediátrica de México*, 37(2), 111-131. Recuperado en 17 de diciembre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912016000200111&lng=es&tlng=es.

Barba, J. (2015). Fiebre Chikungunya. ¿Es acaso la próxima amenaza?. *Revista Latinoamericana Patología Clínica Médica Lab 2015*; 62 (1): 20-32. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2015/pt151e.pdf>

Barrera, R. et al. (2000). Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. *Revista panamericana de la salud*. Recuperado de: <https://www.scielosp.org/article/rpsp/2000.v8n4/225-233/es/>

Barrera, R. et al. (2011). Population dynamics of *Aedes aegypti* and dengue as influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. *PLoS neglected tropical diseases*, 5(12), e1378. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001378>

Beita, J. et al. (2016). Patogénesis de la enfermedad por virus del dengue. Revisión de la literatura. *Revista clínica de la escuela de medicina UCR-HSJD*, 6(2), 11-17. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcliescmed/ucr-2016/ucr162j.pdf>

Bisset, J. et al. (2017). Nivel de resistencia a tres formulaciones de insecticidas en *Aedes aegypti* de la región occidental de Cuba. *Revista cubana de medicina tropical*. Recuperado de:

<http://www.revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/printerFriendly/253/181&usg=AOvVaw1ykr3lBwKO7yhePfcf9jP>

Buitrago, N. (2005). *Evaluación del potencial hídrico del entorno de la ciudad de Boaco* (tesis de grado). UNAN-Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/2380/>

Espinoza, M. (2018). *Influencia del comportamiento de algunas variables climáticas sobre el índice de infestación del mosquito Aedes aegypti, municipio de Managua, 2009-2017*. UNAN- Managua. Recuperado de: <https://repositorio.unan.edu.ni/10305/>

Cáceres, S. (2014). *Severidad del cuadro clínico según el resultado de la prueba serológica del dengue en niños ingresados en el Hospital Dr. Humberto Alvarado Vásquez, Masaya, de Julio a Diciembre del 2012* (defensa monográfica). UNAN-Managua, Masaya, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/5280/1/55905.pdf>

Casapia, M., y Valencia, P. (2000). *Dengue clásico y dengue hemorrágico*. Lima. Recuperado de: http://bvs.minsa.gob.pe/local/OGEI/799_MS-OGEI148.pdf

Castillo, R. et al. (2018). Adaptación del mosquito Aedes aegypti a 2 550 m s.n.m. Cochabamba, Bolivia. Febrero 2016. *Gaceta Médica Boliviana*, 41(1), 24-30. Recuperado en 09 de diciembre de 2020, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662018000100006&lng=es&tlng=es.

Cardona, J. (2018). *Influencia de variables sociales, económicas y espaciales en enfermedades transmitidas por vectores usando algoritmos y técnicas de machine learning* (Tesis de grado). Universidad tecnológica de Pereira. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/9237/T519.625%20C268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cheong, Y. et al. (2014). Assessment of land use factors associated with dengue cases in Malaysia using Boosted Regression Trees. *Spatial and spatio-temporal epidemiology*, 10, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2014.05.002>

CDC. (s/f). *Ciclo de vida del mosquito*. Recuperado de: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf&ved=2ahUKEwjZ6NnWrvLmAhUPyFkKHWG4BKQQFjAAegQIAxAB&usg=AOvVaw0v8f_0C9iqnhEts4BVmzRr

CDC. (2019). *Dengue. Cuadro clínico*. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/dengue/es/healthcare-providers/clinical-presentation.html>

Cervantes, G., y Sanjuan, H. (2016). Virus Chikungunya: Características virales y evolución genética. *Salud uninorte*, 32(2), 292-301. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v32n2/v32n2a11.pdf>

Daza, O. (2018). *Influencia de las variables climáticas (temperatura y precipitación) en la ocurrencia del Aedes Aegypti (Díptera-Culicidae), en los distritos de Calleria y Yarinacocha, región Ucayali*. Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4250>

Diéguez, L. et al. (2019). Un acercamiento al conocimiento de los hábitats larvarios de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) en el entorno doméstico en Jarabacoa, República Dominicana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 71(3), e386. Epub 03 de marzo de 2020. Recuperado en 09 de diciembre de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602019000300009&lng=es&tlng=es.

Dirección de Epidemiología y Demografía-Centro Nacional de Enlace-INS (2016). *ABECÉ sobre el virus de Zika*. Obtenido de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/VSP/abc-zika.pdf>

Elgueta, M. (2016). *Mosquito del virus Zika: Morfología y aspectos biológicos básicos*. Recuperado de: https://www.mnhn.gob.cl/613/w3-article-58619.html?_noredirect=1

Galo, H., y Tijerino, J. (17 de agosto 2019). Nicaragua sufre el dengue más agresivo. *El nuevo diario*. Recuperado de: <https://www-elnuevodiario.com-ni.cdn.ampproject.org/v/s/www-elnuevodiario.com.ni/nacionales/499123-nicaragua-dengue-ops-minsa>

García, M., y Morillo, A. (1999). Técnicas de biología molecular en el diagnóstico en *Dermatología peruana*. Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/dermatologia/v09_sup1/tecnicas_2.htm

Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Obtenido de: http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf

Gómez, L. et al. (2017). Características de la estructura molecular de las proteínas E del virus del Zika y E1 del virus de la rubéola y posibles implicaciones en el neurotropismo y en las alteraciones del sistema nervioso. *Biomédica*, 37, 121-132. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3807>

Hernández, P. (2013). *Enfermedades infecciosas, migración y salud global, Estudio de Caso: Bolivia*. Obtenido de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1997-40432013000100006

INIDE-MAGFOR. (2011). *IV censo nacional agropecuario*. <https://www.inide.gob.ni/Estadisticas/cenagro4>

INIDE-MAGFOR. (2013). *Departamento de Boaco y sus municipios, uso de la tierra y el agua del sector agropecuario*. Recuperado de: <https://www.mag.gob.ni/documents/Publicaciones/CENAGRO/Boaco.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2003). *Características del departamento de Managua*. Obtenido de: <https://www.inide.gob.ni/atlas/caracteristicasdep/granada.htm>

Instituto Nicaragüense de estudios territoriales. 2012. *Características del clima en Nicaragua*. Recuperado de: <http://servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/PDF/caracteristicasdelclimaenNic.pdf>

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2019). *Vigilancia meteorológica*. Recuperado de: <https://ineter.gob.ni/met.html>

Lara, R. (17 de abril 2016). Managua ¿una ciudad verde? *El nuevo Diario*. Obtenido de: <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/managua/390282-capital-ciudad-verde/>

López, M. et al. (2019). Real-Time PCR based test for the early diagnosis of Haplosporidium pinnae affecting fan mussel Pinna nobilis. *PloS one*, 14(2), e0212028. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212028>

Márquez, Y. et al. (2019). Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito Aedes spp y la transmisión del virus del dengue. *Rev CES Med*, 33(1), 42-50. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v33n1/0120-8705-cesm-33-01-42.pdf>

Marín, R. et al. (2009). Índices larvales de Aedes aegypti antes y después de intervenciones de control en Limón, Costa Rica. *Revista cubana de Medicina Tropical*, 61(2) Recuperado en 15 de diciembre de 2020, de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602009000200008&lng=es&tlng=es.

Martin, J. (2019). *Nueva Guinea (Nicaragua)*. Obtenido de: [https://www.ecured.cu/Nueva_Guinea_\(Nicaragua\)](https://www.ecured.cu/Nueva_Guinea_(Nicaragua))

Martin, J. (2019). *Siuna (Nicaragua)*. Obtenido de: [https://www.ecured.cu/Siuna_\(Nicaragua\)](https://www.ecured.cu/Siuna_(Nicaragua))

Martínez, D. (2020). *Identificación de especies del género Aedes (Díptera; Culicidae) y detección de infección por Arbovirus (CHIKV, DENV, MAYV, ZIKV) circulantes en tres municipios de Arauca, Colombia*. Recuperado de: <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/28211>

Mena, N. (2011). Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica. *Revista panamericana de salud pública*. Recuperado de: <https://www.scielosp.org/article/rpsp/2011.v29n4/234-242/es/>

MINSA. (2013). *Guía para el equipo de salud (2)*. Recuperado de: <http%3A%2F%2Fwww.msal.gob.ar%2Fimages%2Fstories%2Fepidemiologia%2Fpdf%2Fguia-dengue.pdf&usg=AOvVaw0C9N5VgKbAgxqUuaigpcdV>

MINSA. (2014). *Guía para el manejo Clínico de pacientes con fiebre por Chikungunya*. Obtenido de: https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=document&layout=default&alias=685-guia-para-el-manejo-clinico-de-pacientes-con-fiebre-por-chikungunya&category_slug=publicaciones-ministerio-de-salud&Itemid=235

MINSA. (2015). *Plan nacional de Nic en el marco del plan mesoamericano para mejorar la prevención y control de dengue y chikv*. Recuperado de: <http://www.proyectomesoamerica.org:8088/smsp/phocadownload/Institucional/PlanesNacionales/PNDengue/NIC%20PN%20Dengue.pdf>

Morales, V. (2006). *Virus del dengue*. Monografias.com. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos34/virus-dengue/virus-dengue.shtml>

Nguyet, M. et al. (2013). Host and viral features of human dengue cases shape the population of infected and infectious *Aedes aegypti* mosquitoes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(22), 9072–9077. <https://doi.org/10.1073/pnas.1303395110>

Núñez, L., y Vidaurre, C. (2015). *Conocimientos, actitudes y prácticas sobre la prevención y control de dengue de habitantes entre los 15 a 45 años de edad del casco urbano de la ciudad de Somoto, Madriz, Junio 2015* (defensa monográfica). UNAN-Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/1562/1/90432.pdf>

OMS. (2017). *Enfermedades transmitidas por vectores*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

OMS. (2017). *Estudio sobre la persistencia del virus de Zika en los líquidos corporales*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/study-on-the-persistence-of-zika-virus-in-body-fluids>

OMS. (2018). *Enfermedad por el virus de zika*. Obtenido de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus>

OPS/OMS. (s/f). *Dengue: Información general*. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4493:2010-informacion-general-dengue&Itemid=40232&lang=es

OPS. (2014). *Chikungunya: un nuevo virus en la región de las Américas*. Recuperado de: https://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=1343:chikungunya-un-nuevo-virus-en-la-region-de-las-americas&Itemid=268

OPS/OMS. (2019). *Actualización epidemiológica dengue*. Recuperado de: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman%26view%3Ddownload%](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman%26view%3Ddownload%3D)

[26category_slug%3Ddengue-2158%26alias%3D50322-13-de-septiembre-de-2019-dengue-actualizacion-epidemiologica%26Itemid%3D270&ved](#)

OPS/OMS. (s/f). *Dengue: Información general*. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4493:2010-informacion-general-dengue&Itemid=40232&lang=es

Ortiz, E. et al. (2018). Identificación de Denv, Chikv y Zikv mediante el método TRIPLEX por rt-PCR en tiempo real en el LESP Jalisco, México. *Revista Médico-Científica de la Secretaría de Salud Jalisco*. Recuperado de: <https%3A%2F%2Fwww.medigraphic.com%2Fpdfs%2Fsaljalisco%2Fsj-2018%2Fsj18Eh.pdf&usg=AOvVaw06WYBq9eDhak-AVoxi08dM>

Red Nacional de Vigilancia epidemiológica. (2019). *Protocolo de Vigilancia de la enfermedad por Virus Zika*. Recuperado de: https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/PROTOCOLOS/PROTOCOLOS%20EN%20BLOQUE/PROTOCOLOS%20VECTORES/protocolos%202019/PROTOCOLO%20ZIKA_20190726.pdf

Rahayu, A. et al. (2019). Prevalence and Distribution of Dengue Virus in *Aedes aegypti* in Yogyakarta City before Deployment of Wolbachia Infected *Aedes aegypti*. *International journal of environmental research and public health*. Obtenido de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6571630/>

Ramírez, L. et al. (2018) Identificación de ARBOVIRUS en mosquitos vectores (*Aedes spp*) de Oaxaca mediante qRT-PCR. *Avan C Salud Med*, 5 (3): 68-78. Obtenido de: <http://www.salud.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/articulo-1.pdf>

Rubio, Y. et al. (2011). *Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela*. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 51(2), 145-158. Recuperado de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482011000200004&lng=es&tlng=es

Saceda, D. (2019). PCR. *Revista de salud y bienestar*. Recuperado de: <https://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/pcr-13299&ved>

Salud Escolar. (2016). *Aedes Aegypti y Aedes albopictus transmisores de Dengue, Zika, Chikungunya y Fiebre Amarilla*. Obtenido de: http://www.ceip.edu.uy/documentos/galerias/prensa/1243/pre_aedes_aegypti.pdf

Sánchez, L. (s/f). *Papel vectorial del mosquito Aedes*. Recuperado de: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAURA%20SANCHEZ%20REAL.pdf>

Veiga, J., y Zimmermann, M. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: Conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 81-88. Recuperado de: <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v54n210/aula.pdf>

Vircell. (s/f). *Dengue ELISA IgM capture*. Recuperado de: <http://www.vircell.com>

Waggoner, J. et al (2016). Homotypic Dengue Virus Reinfections in Nicaraguan Children, *The Journal of Infectious Diseases*, Volume 214, Issue 7, Pages 986–993, <https://doi.org/10.1093/infdis/jiw099>

XII. ANEXOS

Anexo 1. Tablas

Tabla 1. Temperatura por mes de las regiones evaluadas.

Temperatura promedio (°C) 2019													
Region	Cabecera Departamental	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Pacifico	Managua	26.8	27.6	28.1	29.2	28.5	27.8	27.4	27.6	27	26	26.7	26.6
Central	Matagalpa	25.3	26.2	26.2	28.3	27.6	26.9	26.2	26.5	26.5	25.3	25.8	25.6
	Boaco												
Caribe	Siuna	26.2	26.9	26.9	28.2	28.1	28	27.6	27.9	27.6	26.7	26.6	25.9
	Nueva Guinea												

Fuente: Boletines INETER.

Tabla 2. Precipitación por mes de las regiones evaluadas.

Precipitacion (mm)													
Region	Cabecera Departamental	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Pacifico	Managua	4	4	1	10	58	106	74	58	241	345	19	4
Central	Matagalpa	58	27	33	8	72	136	214	149	178	212	120	64
	Boaco												
Caribe Norte	Siuna	97	123	171	7	72	137	317	236	246	372	69	197
Caribe Sur	Nueva Guinea	74	43	54	10	202	393	300	166	194	124	155	130

Fuente: Boletines INETER.

Tabla 3. Mosquitos hembras *Ae. Aegypti* colectados en los SILAIS de estudio durante el 2019

SIL AIS	#	%
Managua	1168	55.4%
Las Minas	178	8.4%
Zelaya Central	120	5.7%
Matagalpa	152	7.2%
Boaco	492	23.3%
Total	2110	100.0%

Fuente: CNDR.

Tabla 4. Mosquitos hembras *Ae. Aegypti* colectados y positivos por mes en el SILAIS Managua.

AÑO 2019						
SILAIS	Meses	Cantidad de mosquitos hembras <i>Aedes aegypti</i> colectados	Resultados			
			DenV	ChikV	ZikV	Distrito positivo
Managua	Enero	8	0	0	0	
	Febrero	11	0	0	0	
	Marzo	5	1	0	0	D II
	Abril	1	0	0	0	
	Mayo	5	0	0	0	
	Junio	20	0	0	0	
	Julio	18	5	0	0	D IV
	Agosto	198	31	0	0	D IV
	Septiembre	236	20	0	0	D VII
	Octubre	325	0	0	0	
	Noviembre	261	0	0	0	
	Diciembre	80	0	0	0	

Fuente: CNDR.

Tabla 5. Mosquitos hembras *Ae. Aegypti* colectados y positivos por mes en el SILAIS Las

AÑO 2019						
SILAIS	Meses	Cantidad de mosquitos hembras <i>Aedes aegypti</i> colectados	Resultados			
			DenV	ChikV	ZikV	
Las Minas	Enero	2	0	0	0	
	Febrero	5	0	0	0	
	Marzo	40	5	0	0	
	Abril	4	0	0	0	
	Mayo	10	0	0	0	
	Junio	No se colectaron <i>Ae. Aegypti</i>				
	Julio	35		0	0	
	Agosto	5	0	0	0	
	Septiembre	35	0	0	0	
	Octubre	14	0	0	0	
	Noviembre	14	0	0	0	
	Diciembre	14	0	0	0	

Minas.
Fuente: CNDR.

Tabla 6. Mosquitos hembras *Ae. Aegypti* colectados y positivos por mes en el SILAIS Zelaya Central.

AÑO 2019					
SILAIS	Meses	Cantidad de mosquitos hembras <i>Aedes aegypti</i> colectados	Resultados		
			DenV	ChikV	ZikV
Zelaya Central	Enero	2	0	0	0
	Febrero	6	0	0	0
	Marzo	3	0	0	0
	Abril	9	0	0	0
	Mayo	20	5	0	0
	Junio	29	0	0	0
	Julio	15	0	0	0
	Agosto	No se colectaron <i>Ae. Aegypti</i>			
	Septiembre	10	0	0	0
	Octubre	5	0	0	0
	Noviembre	16	0	0	0
	Diciembre	5	0	0	0

Fuente: CNDR.

Tabla 7. Mosquitos hembras *Ae. Aegypti* colectados y positivos por mes en el SILAIS Matagalpa.

AÑO 2019					
SILAIS	Meses	Cantidad de mosquitos hembras <i>Aedes aegypti</i> colectados	Resultados		
			DenV	ChikV	ZikV
Matagalpa	Enero	6	0	0	0
	Febrero	18	0	0	0
	Marzo	5	0	0	0
	Abril	5	0	0	0
	Mayo	6	0	0	0
	Junio	No se colectaron <i>Ae. Aegypti</i>			
	Julio	18	0	0	0
	Agosto	39	0	0	0
	Septiembre	13	0	0	0
	Octubre	17	0	0	0
	Noviembre	9	0	0	0
	Diciembre	16	0	0	0

Fuente: CNDR.

Tabla 8. Mosquitos hembras *Ae. Aegypti* colectados y positivos por mes en el SILAIS Boaco.

AÑO 2019					
SILAIS	Meses	Cantidad de mosquitos hembras <i>Aedes aegypti</i> colectados	Resultados		
			DenV	ChikV	ZikV
Boaco	Enero	4	0	0	0
	Febrero	37	0	0	0
	Marzo	No se colectaron Ae. Aegypti			
	Abril	7	0	0	0
	Mayo	118	0	0	0
	Junio	11	0	0	0
	Julio	33	0	0	0
	Agosto	95	0	0	0
	Septiembre	51	0	0	0
	Octubre	No se colectaron Ae. Aegypti			
	Noviembre	95	0	0	0
	Diciembre	41	0	0	0

Fuente: CNDR.

Tabla 9. Prevalencia de ARBOVIRUS detectados en mosquitos colectados en los SILAIS de estudio durante el 2019.

Total de Mosquitos	Pos. Por DENV	DENV	CHIKV	ZIKV
2110	67	3.2	0	0

Fuente: CNDR.

Anexo 2.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD “LUIS FELIPE MONCADA”
CARRERA DE BIONÁLISIS CLÍNICO.

Introducción

Los estudiantes de la carrera de Bioanálisis Clínico del Instituto Politécnico de la Salud Luis Felipe Moncada desarrollan el trabajo Monográfico titulado “Comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos hembras *Aedes aegypti* colectados en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa Y Boaco durante el 2019”. Presenta ante usted este instrumento que utilizará para recolectar la siguiente información.

Datos recolectados en CNDR

SILAIS: _____
Distrito / Cabecera departamental: _____
Año _____ **Mes:** _____

Número de mosquitos hembra Ae. Aegypti colectados _____

ARBOVIRUS	# mosquitos Positivo
Dengue	_____
Chikungunya	_____
Zika	_____

Fuente: Autores de la monografía

Anexo 3.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD “LUIS FELIPE MONCADA” CARRERA DE BIONÁLISIS CLÍNICO.

Introducción

Los estudiantes de la carrera de Bioanálisis Clínico del Instituto Politécnico de la Salud Luis Felipe Moncada desarrollan el trabajo Monográfico titulado “Comportamiento de ARBOVIRUS (Dengue, Chikungunya y Zika) detectados en mosquitos hembras *Aedes aegypti* colectados en los SILAIS Managua, Las Minas, Zelaya Central, Matagalpa Y Boaco durante el 2019’’. Presentan este instrumento que se utilizará para recolectar la siguiente información.

Datos recolectados en la página de internet oficial de INETER

Región de Nicaragua: _____

Mes evaluado: _____

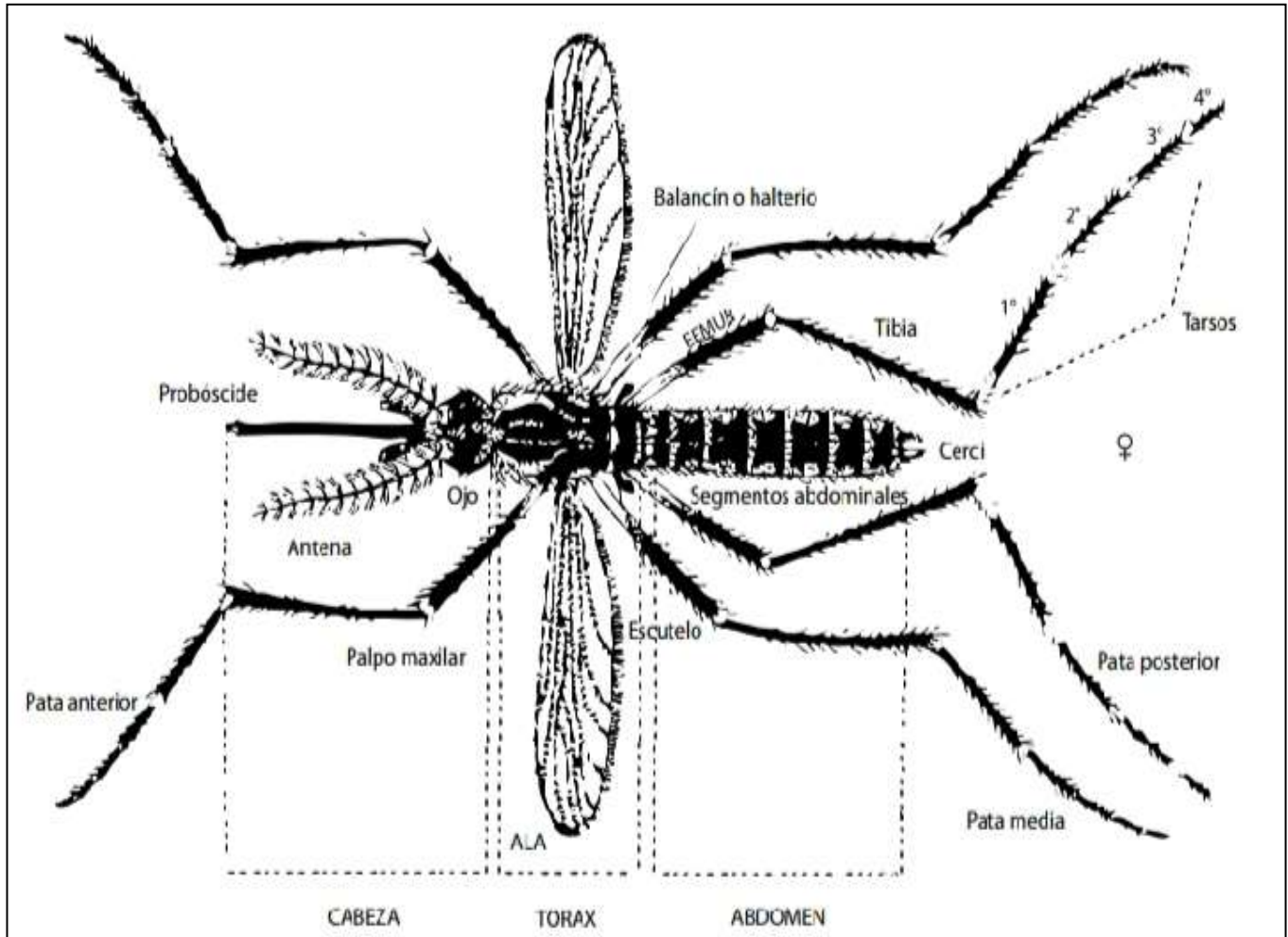
Temperatura (en °C): _____

Precipitación (en mm): _____

Fuente: Autores de la monografía

Anexo 4.

Morfología del *Aedes aegypti* adulto



Fuente: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000000235cnt-01-directrices-dengue-2016.pdf>

Anexo 5.

Imágenes de etapas del ciclo de vida del *Aedes aegypti*

Figura 1. Huevo, primer estadio



Fuente: <https://www.corporacion-ats.com/familiasquetransmitenvida/enfermedades-etv/>

Figura 2. Larva, segundo estadio de maduración



Fuente:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf&ved=2ahUKEwjZ6NnWrvLmAhUPyFkKHWG4BKQQFjAAegQIAxAB&usg=AOvVaw0v8f_0C9iqnhEts4BVmzRr

Figura 3. Pupa, tercer estadio de maduración



Fuente:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf&ved=2ahUKEwjZ6NnWrvLmAhUPyFkKHWG4BKQQFjAAegQIAxAB&usg=AOyVaw0v8f_0C9iqnhEts4BVmzRr

Figura 4. Adulto, cuarto y último estadio de maduración

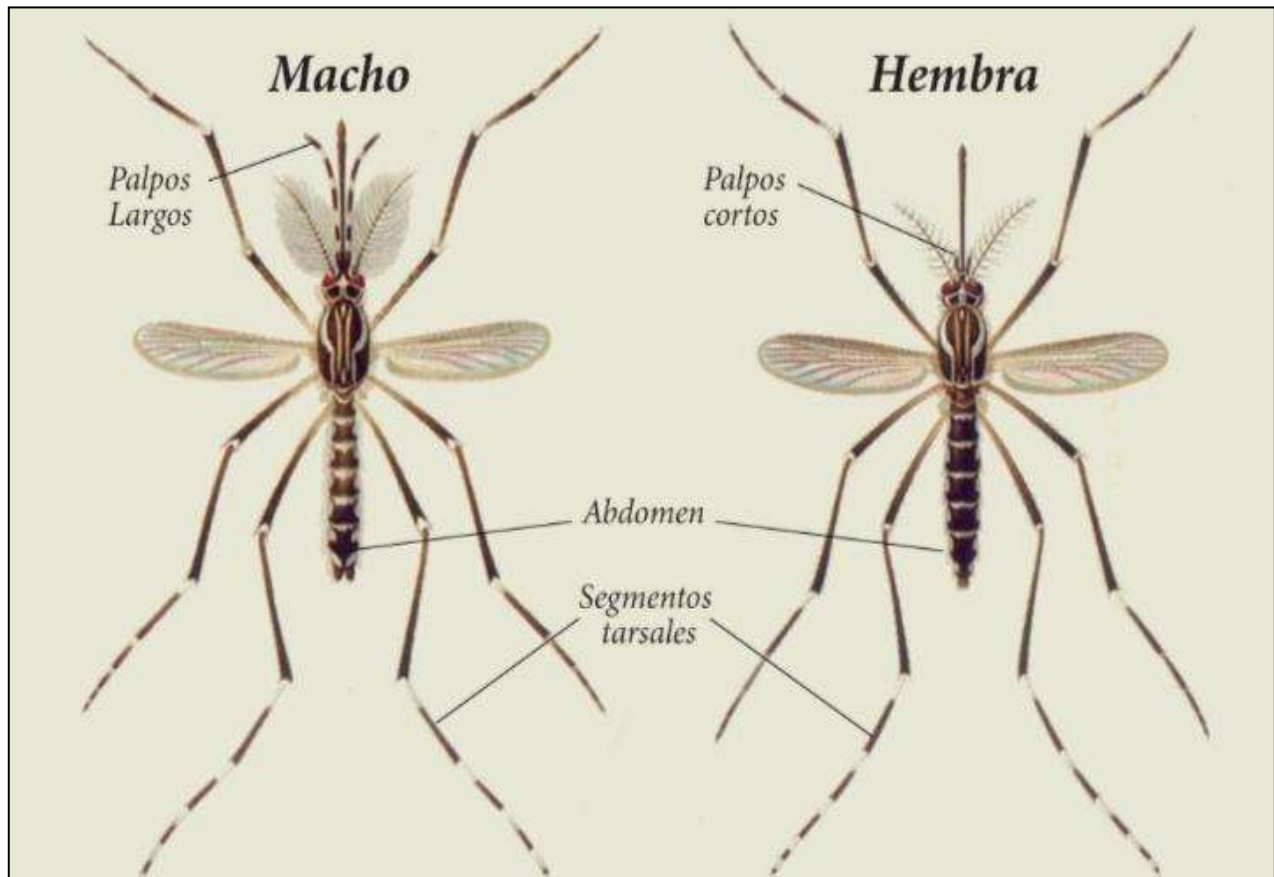


Fuente: <https://www.prensalibre.com/vida/salud-y-familia/consejos-para-erradicar-el-mosquito-aedes-aegypti/>

Anexo 6.

Diferencias entre macho y hembra

Figura 1. *Aedes aegypti* macho y hembra

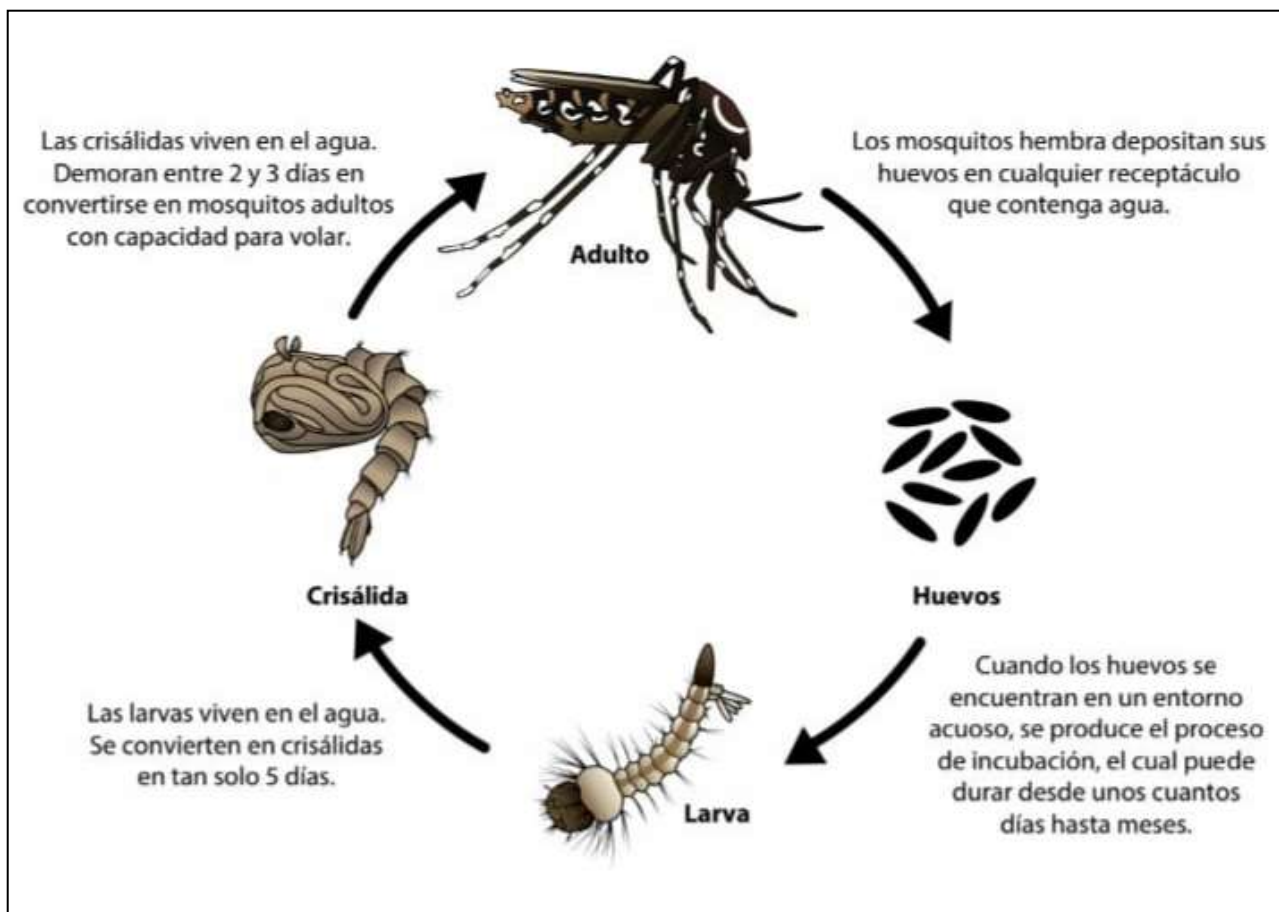


Fuente: <https://mobile.twitter.com/MundoSano/status/882690716190859264/photo/1>

Anexo 7.

Ciclo de vida del *Aedes aegypti*

Figura 1. Ciclo de vida

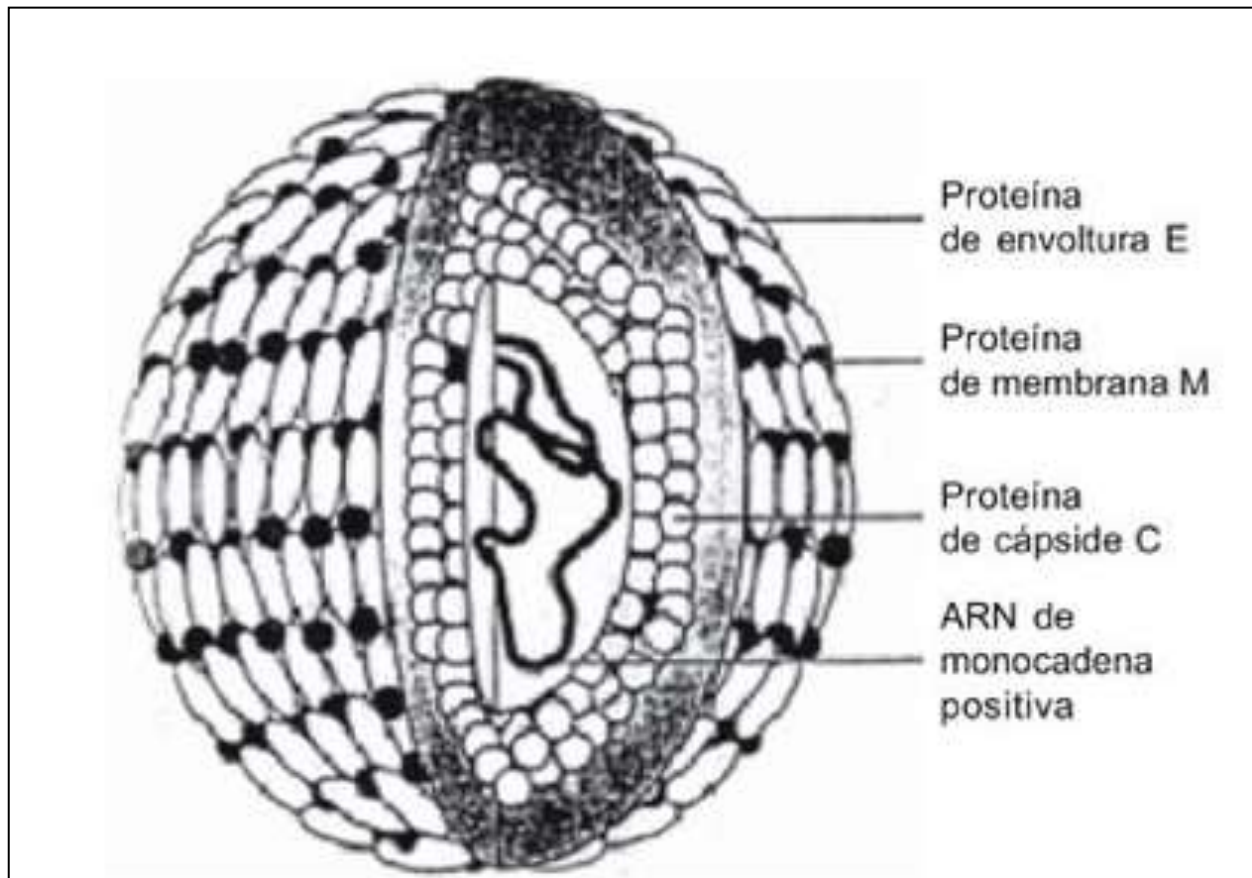


Fuente: <https://herenciageneticayenfermedad.blogspot.com/2016/10/como-controlar-los-mosquitos-en-casa-el.html?m=1>

Anexo 8.

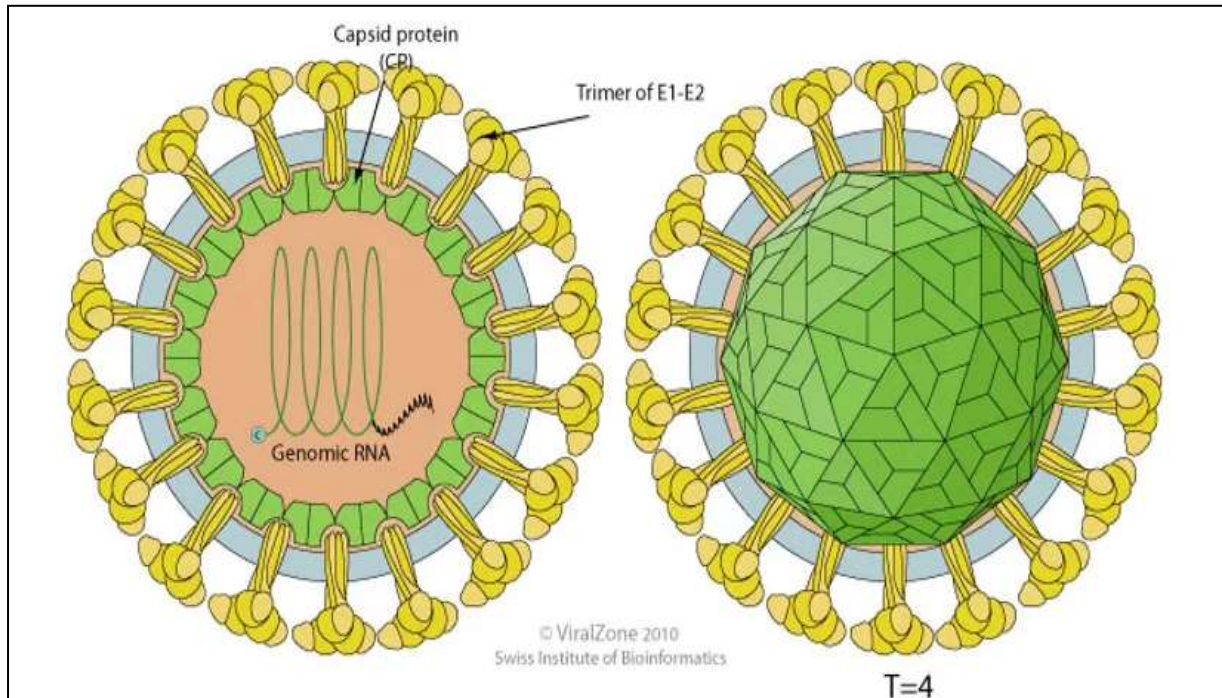
Estructura de los virus

Figura 1. Virus del Dengue



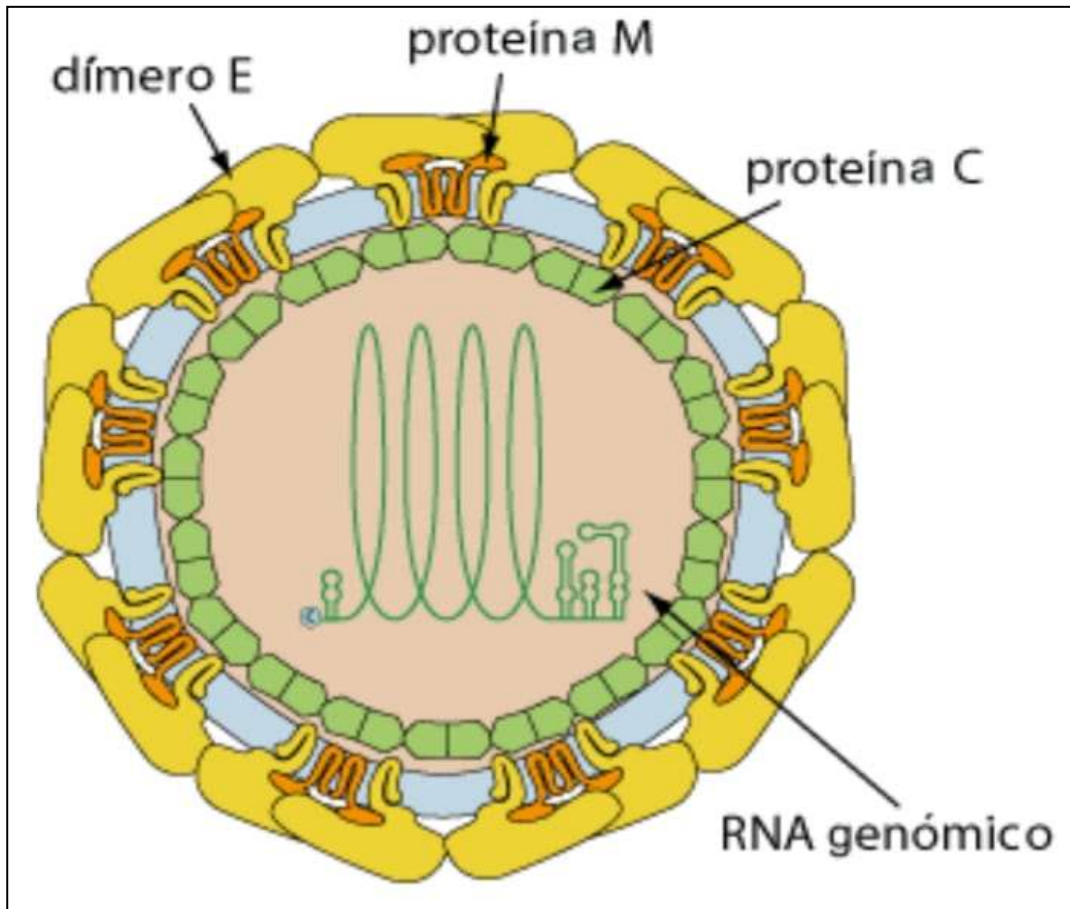
Fuente: <https://lauramartver.wixsite.com/virusemergentes/estructura-dn-v>

Figura 2. Virus del Chikungunya



Fuente: <https://lauramartver.wixsite.com/virusemergentes/estructura-ck-v>

Figura 3. Virus del Zika



Fuente: <https://lauramartver.wixsite.com/virusemergentes/zika>