



COLEGIO
SAN AGUSTÍN
EST. 1966



MONOGRAFÍA DE BIOLOGÍA

Categoría Descriptiva

Convocatoria: Noviembre 2020

Correlación de los factores climáticos y la abundancia del vector de transmisión del dengue *Aedes aegypti*

¿Hasta qué punto se correlacionan los factores climáticos (humedad, temperatura, precipitación) y la abundancia de la población inmadura (huevo y pupa) del vector de transmisión del dengue, *Aedes aegypti*?

Código del candidato: 004727 – 0001

Nº de palabras: 3892

Supervisor: Marianella Incio Granthon

Chiclayo, Perú

Índice

1.-Introducción	3
2.- Marco teórico	4
2.1.- Aedes aegypti y su ciclo de vida	4
2.2.- Enfoque Climatológico.....	5
3.- Metodología.....	6
3.1.- Evaluación de Datos.....	6
3.2.- Variables.....	7
3.3.- Hipótesis.....	7
4.- Análisis de Datos	8
4.1.- Datos Brutos	8
4.2.- Prueba Estadística.....	9
4.3.- Análisis de Resultados.....	10
5.- Conclusión	13
6.- Reflexión y Evaluación.....	14
7.- Referencias	14
8.- Anexos.....	17

1.-Introducción

Según la Organización Panamericana de la Salud, en las primeras 4 semanas del 2020 en América Latina se han notificado “125.514 casos de dengue (tasa de incidencia de 12,86 casos por 100.000 habitantes)”. Es preocupante porque aún no hay un tratamiento específico para la enfermedad y de no ser debidamente tratada, puede llevar a la muerte.

El dengue es una enfermedad viral aguda endémo-epidémica cuyo vector de transmisión es el mosquito hembra perteneciente al género *Aedes*, principalmente el ***Aedes aegypti*** (el virus se encuentra en el mosquito). Actualmente, es el arbovirus (virus transmitidos por artrópodos) más importante a nivel mundial en términos de morbilidad, mortalidad e impacto económico. (MINSA; 2011).

Es una enfermedad de la cual no estaba del todo familiarizada, a pesar que en el Perú (y en todo el mundo), su prevalencia es evidente. Por lo tanto, dado a la oportunidad que se me presentó, decidí tratar este tema en mi monografía. Al tener en cuenta que debo agregar un enfoque biológico a la enfermedad, decidí obtener como objeto de estudio al mosquito ***A. aegypti***. Esta monografía se enfocará en determinar la asociación de los factores climáticos y la abundancia del huevo y pupa del vector (***Aedes aegypti***), así como también indicar la razón del por qué. Así formulé mi pregunta: ¿Hasta qué punto se correlacionan los factores climáticos (humedad, temperatura, precipitación) y la abundancia de la población inmadura (huevo y pupa) del vector de transmisión del dengue, *Aedes aegypti* ?

A partir de unas bases de datos, recopilé aquellos datos requeridos para mi investigación en tablas. Formulé las correlaciones que quería hallar, estas siendo las siguientes: Abundancia de huevos y temperatura, Abundancia de huevos y precipitación, Abundancia de huevos y humedad, Abundancia de pupas y temperatura, Abundancia de pupas y precipitación, y, Abundancia de pupas y humedad.

Después, creé una tabla a partir de los datos seleccionados que serían utilizados para la prueba estadística de producto-momento de Pearson en el que encontré el coeficiente de correlación, que comprueba si existe una correlación. Luego de encontrar el valor del coeficiente de correlación de cada correlación que se formuló, se compararon con sus valores críticos respectivos. A partir de ello, pude determinar

que solamente existía una correlación entre la precipitación y la abundancia de pupas en ambas fases (huevos y pupas) .Finalmente, fundamenté y comparé mis resultados, dando una conclusión final.

2.- Marco teórico

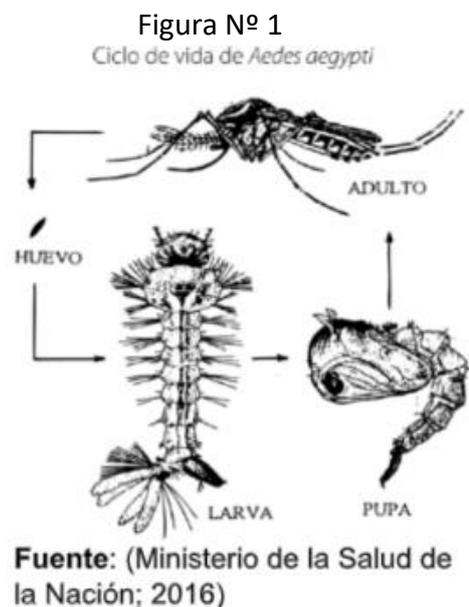
2.1.- *Aedes aegypti* y su ciclo de vida

El mosquito *Aedes aegypti*, además de ser el vector transmisor del dengue, de la misma manera es portador de otras enfermedades como el zika y chikunguña. Son animales diurnos y son reconocidos por sus distintivas marcas blancas. Mayormente se encuentran en hábitats tropicales y subtropicales. Sus hábitos son típicamente domiciliarios, aunque en algunos casos, se comprobó su existencia en ambientes periurbanos e incluso silvestres. Sus sitios de cría son básicamente artificiales: urbanos (en baldíos, cementerios, basurales) o domésticos (neumáticos, floreros, botellas, etc). (Bhatia, R., Dash, A. y Sunyoto, T; 2013).

El desarrollo de este mosquito se divide en cuatro fases según el Ministerio de la Salud de la Nación (2016). Las hembras, luego de su alimentación sanguínea, usualmente colocan entre 50 a 150 huevos pequeños en las paredes de los recipientes sobre el nivel del agua. Cuando el recipiente recibe agua, los huevos son inundados de nuevo y empieza la eclosión de los mismos. Se eclosiona un grupo de huevos cada vez que sube el nivel de agua en el recipiente.

Al eclosionar, pasan a convertirse en larvas. Estas residen en el agua y se alimentan por filtración de materiales acumulados en paredes o en suspensión. Además de ser fotosensibles, la fase larval es el período de mayor alimentación, crecimiento y fragilidad en el ciclo de vida de *A. aegypti*. El período de eclosión hasta la pupación es de 5 a 7 días en condiciones óptimas (temperaturas de 25°C a 29°C). Al pasar de larva a pupa, no se necesita de alimento. Comprende la metamorfosis del

estadio larval al adulto. Inmediatamente, reaccionan a estímulos externos. Se mantienen en la superficie del agua, facilitando la emergencia del insecto adulto. En condiciones prósperas, la duración del periodo es de 1 a 3 días. No obstante, las



variaciones extremas de temperatura pueden prolongarlo. (Ministerio de la Salud de la Nación; 2016).

El estado final es el adulto alado. Contiguamente, luego de emerger de la pupa, persisten en reposo para lograr el endurecimiento del exoesqueleto y de las alas. Luego, dentro de 24 horas, machos y hembras se aparean. Generalmente, el apareamiento se da durante el vuelo, una sola inseminación del macho es suficiente para fecundar todos los huevos que una hembra puede engendrar durante toda su vida. Los machos adultos tienen un promedio de vida de una semana y en las hembras, un mes. Una hembra, oviponiendo cada tres a cuatro días en condiciones inmejorables, puede llegar a poner alrededor de 700 huevos durante toda su vida. (Ministerio de la Salud de la Nación; 2016).

2.2.- Enfoque Climatológico.

En las enfermedades causadas por vectores como mosquitos, pulgas y otros insectos, el clima juega un papel sustancial. Su comportamiento, desarrollo y reproducción son influenciados por los efectos directos del clima como temperatura, patrones de precipitación y viento, siendo estos vectores de sangre fría extremadamente sensibles. (Ize; 2007)

Una temperatura elevada acelera la tasa de metabolismo de los insectos, el desove (puesta de huevos por parte de las hembras) y su frecuencia de alimentación de sangre. Además, la precipitación pluvial puede ser significativa en su comportamiento metabólico. En ciertos casos, las lluvias afectan indirectamente la longevidad del vector porque la humedad crea una serie de hábitats favorables, incrementando la distribución geográfica de los insectos. En otros casos el exceso de lluvias puede tener efectos desastrosos en la población local de vectores por constantes lavados del suelo por las inundaciones. En áreas geográficas de clima muy húmedo, las sequías pueden convertir los ríos en una sucesión de charcas adecuadas a la reproducción de vectores. (Koelle *et al*, 2005).

En varias investigaciones se ha comprobado el efecto de los factores climáticos en la abundancia de ***Aedes aegypti***, enfocándose en las fases de su ciclo de vida. Ya sea, adelantando, atrasando o parando cierta fase de este mosquito. En el siguiente estudio (Andrighetti M *et al*; 2009), se confirmó que, a baja temperatura (10 ° C), los huevos eclosionados no pudieron convertirse en pupas, todos murieron en la etapa

larval. Por otro lado (Cutwa, M *et al* ; 2002); se comprobó que de 30 a 60 días, la mortalidad de los huevos de *A. aegypti* era considerablemente independiente de la temperatura y la humedad. No obstante, por medio de 90 días, la asociación de la mortalidad de los huevos entre la humedad y la temperatura se volvió significativa.

Además, se comprobó que a mayor temperatura, la mayor cantidad de los individuos permanecían como pupas por 3 días. La supervivencia de las pupas se vio afectada por bajas temperaturas, variando de 33,76% a 16,69% en el invierno. (Almirón, W., Domínguez, M. y Ludueña F; 2000). En un trabajo distinto (De Majo, M; 2017), se mostró una mortalidad de 72% en temperatura baja constante (12°C).

En la ciudad de Posadas de Argentina cuyo clima es subtropical húmedo, coincidiendo con el período de mayores precipitaciones e insolación moderada (trimestre abril a junio), se registró los índices más elevados de huevos de *A. aegypti* (Olmedo, R *et al*, 1991). En las ciudades de Presidencia Roque Sáenz Peña y Machagai (provincia del Chaco) también se registraron índices de abundancia de huevos que variaron entre 62-70% durante el período de mayores precipitaciones, es decir, noviembre-abril (Almirón, W *et al*; 2002). Sin embargo, al parecer las precipitaciones no tienen un gran efecto en las pupas del mosquito. En un estudio hecho por Alcalá, L *et al* (2015) se ha comprobado una elevada productividad de pupas (hace referencia a la cantidad) en tanques y albercas de las viviendas tanto en época de lluvia como en época de sequía. Aun así, podemos encontrar otro estudio que determina una correlación positiva entre la precipitación y casos confirmados de la existencia de pupas en viviendas de Macaray, Venezuela (Comach, G *et al*; 2011)

3.- Metodología

3.1.- Evaluación de Datos

Los datos de las investigaciones que usaré fueron elegidos principalmente por su fiabilidad, viniendo de revistas de naturaleza científica y orientadas a la salud pública. Igualmente, debido a que los datos se relacionan apropiadamente con el objetivo de esta investigación. Por otro lado, han sido escogidas debido a que no se encontraron datos más actuales. Las investigaciones son las siguientes:

- Fluctuación estacional de *Aedes Aegypti* en Chaco, Argentina (En Revista Saúde Pública)
- The Dengue Virus Mosquito Vector *Aedes aegypti* at High Elevation in México

(En The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene)

3.2.- Variables

Variables Independientes: Temperatura, humedad y precipitación.

Variable Dependiente: Número de huevos y pupas

Variables controladas: En ambos trabajos se evaluaron la calidad de las ovitrampas para que no afecta los resultados finales. Así mismo, se utilizaron base de datos del clima fiables como CMORPH (Climate Prediction Center Morphing Technique) para calcular la precipitación y humedad, y HOBO para la temperatura en el período de cada investigación. La primera, de octubre de 2002 a noviembre de 2003 y la segunda, de julio a septiembre de 2011.

3.3.- Hipótesis

Los factores climáticos afectarán significativamente la cantidad de huevos y pupas del mosquito *Aedes aegypti* debido a su efecto en sus hábitats de desarrollo. Por lo tanto, las hipótesis para la prueba estadística son las siguientes:

Tabla 1: Hipótesis para la prueba de correlación de Pearson

Variables	Hipótesis nula	Hipótesis alternativa
Abundancia de huevos y temperatura	La abundancia de huevos es independiente de la temperatura	La abundancia de huevos es dependiente de la temperatura
Abundancia de huevos y precipitación	La abundancia de huevos es independiente de la precipitación	La abundancia de huevos es dependiente de la precipitación
Abundancia de huevos y humedad	La abundancia de huevos es independiente de la humedad	La abundancia de huevos es dependiente de la humedad
Abundancia de pupas y temperatura	La abundancia de pupas es independiente de la temperatura	La abundancia de pupas es dependiente de la temperatura
Abundancia de pupas y precipitación	La abundancia de pupas es independiente de la precipitación	La abundancia de pupas es dependiente de la precipitación

Abundancia de pupas y La abundancia de pupas es La abundancia de pupas es
 humedad independiente de la dependiente de la humedad
 humedad

Fuente: Elaboración Propia

4.- Análisis de Datos

4.1.- Datos Brutos

Tabla 2: Número de huevos de *Aedes aegypti* y condiciones climáticas registradas en la ciudad de Resistencia, provincia de Chaco, en Argentina; desde octubre de 2002 hasta noviembre de 2003

Meses	Número de huevos	Temperatura media (C°)	Precipitación media (mm)	Humedad relativa (media %)
Octubre	40	22.5	150.3	72.7
Noviembre	216	24.4	190.7	67.2
Diciembre	197	26.4	270.3	69.1
Enero	0	28.3	89.0	57.6
Febrero	2	25.7	159.9	61.1
Marzo	18	24.7	108.8	66.6
Abril	88	21.3	110.7	66.4
Mayo	22	17.5	0.9	65.7
Junio	4	18.1	11.2	75.1
Julio	0	13.6	4.8	74.9
Agosto	0	13.8	62.2	65.6
Septiembre	0	18.1	29.7	43.6
Octubre	0	21.5	147.8	60.2
Noviembre	2	23.8	232.4	56.5

Fuente: (Almirón, W et al; 2005)

Tabla 3: Número de pupas de *Aedes aegypti* y condiciones climáticas registradas en los estados de Veracruz y Puebla, México, desde julio hasta septiembre de 2011

Comunidad	Número de pupas	Temperatura media (C°)	Precipitación media (mm)	Humedad relativa (media %)
Acultzingo	212	18.5	164	84.7
Atlixco	164	19.5	43	72.1
Córdoba	570	23.5	321	83.9

Coatepec	602	21.6	96	82.9
Ciudad	350	19.8	236	86.0
Mendoza				
Ciudad de	3	17.8	94	71.6
Puebla				
Ciudad de	792	28.9	146	79.3
Veracruz				
Maltrata	7	19.4	190	81.0
Perote	0	13.6	53	85.6
Rio Blanco	1540	20.3	279	86.0
Orizaba	1369	20.5	292	87.2
Xalapa	149	20.6	73	81.4

Fuente: (Eisen, L *et al*; 2012)

4.2.- Prueba Estadística

Al obtener un tamaño de muestra adecuada y tener que realizar un análisis de la relación estos datos cuantitativos, he decidido optar por usar la prueba de producto-momento de Pearson. Para conducir dicha prueba, se deben asignar los siguientes valores: para cada factor climático (temperatura, precipitación y humedad) se le asignará el valor de X, mientras que Y será la cantidad de huevos y pupas del vector. N denota el número de meses y número de comunidades en los respectivos casos. Después, se necesitan columnas para XY, X^2 e Y^2 . Para mostrar la metodología de este trabajo, decidí primero hacer la tabla para hallar la correlación de la temperatura y el número de huevos. Los resultados son los siguientes:

Tabla 4: Prueba de correlación momento-producto de Pearson sobre los resultados de temperatura y cantidad de huevos de la tabla 2

N	X	Y	XY (± 0.1)	X^2 (± 0.1)	Y^2
1	22.5	40	900.0	506.3	1600
2	24.4	216	5270.4	595.4	46656
3	26.4	197	5200.8	697.0	38809
4	28.3	0	0	800.9	0
5	25.7	2	51.4	660.5	4
6	24.7	18	444.6	610.1	324
7	21.3	88	1874.4	453.7	7744
8	17.5	22	385.0	306.3	484

9	18.1	4	72.4	327.6	16
10	13.6	0	0	185.0	0
11	13.8	0	0	190.4	0
12	18.1	0	0	327.6	0
13	21.5	0	0	462.3	0
14	23.8	2	47.6	566.4	4
Suma total	300	589	14246.6	6689.5	95641

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se usa la siguiente ecuación para encontrar el valor del coeficiente de correlación de Pearson:

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

Luego reemplazamos los valores, tomando las sumas totales de los valores X , Y , XY , X^2 y Y^2 y el número total de meses, representado por N , que es 14. Así, encontramos el siguiente resultado:

$$r = \frac{14(14246.6) - (300)(589)}{\sqrt{[14(6689.5) - 300^2][14(95641) - 589^2]}}$$

$$r = 0.372$$

El mismo procedimiento se hizo con las demás correlaciones que se desean calcular. Para ver más a detalle las demás tablas y cálculos para cada correlación véase los Anexos (1 al 10)

4.3.- Análisis de Resultados.

La siguiente tabla se creó para permitir un mejor entendimiento y análisis de los resultados. A través del número de grados de libertad (restando número de ensayos menos 1) y el valor de significancia (0.05), se han encontrado los valores críticos (Universidad de Valencia; s/f). Se colocaron los valores de coeficiente de correlación de Pearson y este es el resultado:

Tabla 5: Coeficiente de correlación de Pearson de los factores climáticos (temperatura, precipitación y humedad) y la abundancia de *A. aegypti* (huevos y puas) con sus respectivos valores críticos

Correlación	Valor de r	Valor crítico
Abundancia de huevos y temperatura	0.372	0.441
Abundancia de huevos y precipitación	0.574	0.441
Abundancia de huevos y humedad	0.262	0.441
Abundancia de pupas y temperatura	0.427	0.476
Abundancia de pupas y precipitación	0.656	0.476
Abundancia de pupas y humedad	0.470	0.476

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta que para rechazar la hipótesis nula, que indica la posible existencia de una correlación entre los factores climáticos y la abundancia de *A. aegypti*, el coeficiente de correlación de Pearson (r) debe ser mayor que el valor crítico. Por ende, afirmo que la cantidad de huevos y pupas del vector de dengue son dependientes de la precipitación, porque sus valores de r (0.574 y 0.656 respectivamente) son mayores al valor crítico respectivo (0.441 y 0.476). Aunque exista una cierta correlación entre la temperatura y humedad con la cantidad de huevos y mosquitos de *A. aegypti* (indicado por el valor de r), no es lo suficientemente significativa para afirmar que dichos factores climáticos tienen efecto en la abundancia del mosquito (son menores al valor crítico).

Por otro lado, vemos que el valor de r de la correlación de abundancia de huevos y temperatura; y abundancia de huevos y humedad encontramos una gran diferencia con el valor crítico (más lejos de sobrepasarlo). Mientras que en la correlación de abundancia de pupas y temperatura; y abundancia de pupas y humedad, hay poca diferencia con el valor crítico (más cerca de sobrepasarlo).

Entonces, encontramos una primera explicación en cuánto a los resultados. Los huevos deben de tener mayor tolerancia a los factores externos, como el clima, que las pupas. Por lo tanto, las pupas son más dependientes que los huevos hacia la temperatura y humedad (en este caso) .Lo cual lo menciona el Ministerio de Salud Pública de Paraguay (2016), los huevos pueden mantenerse fértiles por 13 meses

hasta encontrar las condiciones favorables para dar lugar a la eclosión, toleran el clima hasta que sea apropiado poder pasar a la fase larval. Esto se ve igualmente en el trabajo de Cutwa, en que se demostró el periodo en el que los huevos toleraban la humedad y temperatura, lo cual resultó de 2 a 3 meses. Las pupas, en cambio, no pueden detenerse o mantenerse en la fase en la que están a pesar de las condiciones adversas, finalmente muriendo. Al menos, no hay registros de ello. Así también ello explica lo cercano que estaba el valor de r al valor crítico de las correlaciones de las pupas y las condiciones climáticas, porque no está a nada lejos que las pupas sean completamente dependientes del clima.

Por ende, a través de la tabla 5 podemos afirmar que los resultados de este trabajo contrastan con aquellos que han estudiado principalmente la correlación de la temperatura y la abundancia tanto de la pupa con el huevo, anteriormente mencionados en el marco teórico (Andrighetti M et al en 2009, Almirón, W., Domínguez, M. y Ludueña F en 2000 y De Majo, M en 2017). Así también con los resultados de (Cutwa, M et al; 2002) que estudian en conjunto el efecto de la humedad y temperatura en el número de huevos.

En la tabla 2, vemos que de julio a agosto donde las temperaturas fueron de 13.6° a 18.1° , no se encontraron huevos. De la misma manera entre enero y octubre tampoco hubo presencia de huevos a pesar de que la temperatura era de media a alta (21.5° a 28.3°). Por otro lado, en los meses de mayo y agosto vemos una humedad de similar medida (65.7% y 65.6%) y en comparación, uno tiene 22 huevos (mayo) y el otro (agosto), ninguno. Estos datos mencionados deben de ser los que debilitaron las correlaciones, hasta en la misma fuente se menciona ello (Almirón, W et al; 2005). Después de todo, sí se encontró una correlación para ambos factores, solo que son débiles.

Finalmente, según los resultados de la tabla 5, podemos afirmar que la precipitación es la única que influye de manera significativa tanto en la abundancia de huevos como de pupas de *A. aegypti*. Esto se debe a que principalmente la actividad de puestas de huevos de las hembras se da en temporadas con un alto índice de lluvias (Márquez, Y et al; 2018). Por lo que si la oviposición es afectada por la precipitación, por consecuencia se verá afectada la cantidad de huevos, lo que se expresa en los resultados de los trabajos de Olmedo, R et al y Almirón, W et al (2002). Además, no

dejemos de lado la alta tolerancia de los huevos a factores externos. Respecto a las pupas, al mantenerse en la superficie del agua, son más susceptibles al cambio del volumen de agua, lo que mayormente ocurre en épocas de alta precipitación y por eso este factor climático afecta directamente a la cantidad de pupas. Sin embargo, los resultados contrastan con el trabajo de Alcalá, L *et al* (2015), afirmando que la productividad de pupas no fue afectada por las lluvias ni la sequía, por lo que no se puede determinar una correlación exacta entre la precipitación y la cantidad de pupas. Es posible que los estudios de la cantidad de pupas en diferentes tipos de recipiente pudo haber incidido en los resultados. En comparación con Eisen, L *et al* (2012) (fuente de tabla 3), en el que se utilizó las mismas condiciones con un mismo diseño de ovitrampas. Cabe mencionar que, mi trabajo tiene concordancia en resultados con Comach, G *et al* (2011) porque hay una correlación entre precipitación y cantidad de pupas.

5.- Conclusión

Tras haber hecho el análisis de los resultados demostrados en las tablas, lo expuesto en la hipótesis no se cumplió del todo, ya que sí existe una cierta correlación entre los factores climáticos y la abundancia de huevos y pupas de *A. aegypti*. Sin embargo, a través de la prueba producto-momento de Pearson, solo podemos rechazar las hipótesis nula en cuanto a la precipitación y la abundancia de huevos y pupas; esto significando que solamente la precipitación afecta significativamente en la abundancia de huevos y pupas. Por otro lado, podemos afirmar que los huevos son más resistentes a los factores climáticos en comparación con las pupas tras comparar los valores de las correlaciones planteadas. Además, puedo decir que esta característica del mosquito de ser afectado por el clima es una de las razones por la cual el dengue es una enfermedad endémica. Por ello, es que en áreas en el que la reproducción del mosquito *A. aegypti* sea favorecida, hay más probabilidad de haber más infectados con esta letal enfermedad. Finalmente, puedo responder mi pregunta de investigación, concluyendo que hasta cierto punto los factores climáticos y la abundancia de *A. aegypti* se correlacionan, porque sí hay una correlación entre cada factor (temperatura, humedad y precipitación) y la cantidad de huevos y pupas del mosquito. No obstante, como se planteó en el análisis de resultados, la correlación de precipitación y la abundancia del mosquito (en huevos y pupas) es lo suficientemente fuerte para ser considerada como la única que verdaderamente

existe. La precipitación afectando la oviposición de los mosquitos hembras positivamente y el volumen del agua en el cuál se desarrollan las pupas.

6.- Reflexión y Evaluación

Ante todo, debido a la naturaleza de mi trabajo, tomando base de datos disponibles en Internet, no me vi implicada en algún peligro contra mi salud, ya sea estando involucrada en el uso de ciertos materiales o aparatos con un riesgo considerado o realizando actividades exteriores estando nosotros en una situación delicada (pandemia). En segundo lugar, los datos seleccionados son fiables y acordes a lo que se quiso investigar. A pesar de ello, de haber encontrado datos más actuales (2015 a más) y relacionados a mi tema de investigación, hubiera obtenido una representación más actual de la relación del clima y el mosquito vector del dengue.

El método para comprobar mi hipótesis fue el adecuado debido a que la prueba de producto-momento de Pearson se acoplaba al objetivo que me he propuesto. Aun así, el tamaño de muestra puede ser considerado pequeño (14 en la investigación de los huevos y 13 en la investigación de las pupas) y tendría un efecto en la prueba estadística, debilitando la conclusión creada a partir de los resultados. Al sorprenderme por el valor de la correlación de la humedad y temperatura en ambos casos (huevos y pupas), me he asegurado de calcular las veces que pude para verificar los resultados

Para explayar este tema, recomiendo también investigar la correlación del clima con la abundancia larvas, ello nos dará una investigación más profunda sobre la relación del clima y **A. aegypti**. Esto, debido a que el vector es más sensible a factores externos en la etapa larval. Así mismo, recomiendo abordar el efecto del índice de calidad de vivienda y la reproducción del mosquito, ya que al ser sus hábitos domiciliarios y sus sitios de crías, artificiales; posiblemente haya una correlación significativa.

7.- Referencias

- Alcalá, L., Brochero, H., Gonzáles, C. y Quintero, J. (2015). Productividad de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) en viviendas y espacios públicos en una ciudad endémica para dengue en Colombia .35: 2 .doi: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2567/2828>

- Almirón, W., Stein, M. y Oria, G. (2002). Principales criaderos para *Aedes aegypti* y culícidos asociados en la provincia del Chaco (Argentina). *Rev Saúde Pública* ;36:627-30. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000073&pid=S0034-8910200500040000700013&lng=en
- Almirón, W., Stein, M., Oria, G. y Willener, J. (2005). Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* en Chaco, Argentina. *Rev. Saúde Pública* 39: 4. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102005000400007&script=sci_arttext&lng=es
- Almirón, W., Domínguez, M. y Ludueña F. (2000). Dinámica poblacional de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Córdoba capital. En *Rev. SoCo Entomol. Argent.* 59 : 41-50. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/67243>
- Andrighetti, M., Galvani, K., Macoris, M., Yang, H y Wanderly, D. (2009). Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue. En *Epidemiology and Infection.* 137:1188-202. doi:
- Bhatia, R., Dash, A. y Sunyoto, T. (2013). Changing epidemiology of dengue in South-East Asia. *WHO South-East Asia J Public Health* .2:23-7. Recuperado de: <http://www.who-seajph.org/article.asp?issn=2224-3151;year=2013;volume=2;issue=1;spage=23;epage=27;aulast=Bhatia>
- Cabezas, C., Donaires, F., Fiestas, V., García, M., Mamani, E. y Palomino, M. (2015). Dengue en el Perú: a un cuarto de siglo de su remergencia. En *Rev. perú. med. exp. salud pública.* 32: 1. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172646342015000100021&script=sci_arttext&lng=en
- Comach, G., Infante, M., Pérez, Luis., Rubio, Y. y Urdanete, M. (2011). Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. En *Bol Mal Salud Amb.* 51 :2. Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482011000200004
- Cutwa, M., Juliano, S., Morril, J. y O'meara, G. (2002). Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia*;130:458-69. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s004420100811>
- De Majo, M. (2017) . Factores ambientales que afectan la eclosión de los huevos y la supervivencia de los estados inmaduros de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) durante la temporada fría en una región templada. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Recuperado de:

https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n6269_DeMajo

- Eisen, L., Hayden, M., Kobylinski, K.C., Lozano, S., Monaghan, A. Morales, Steinhoff., D.F., M. Ochoa., C. Uejio, C.K., Welsh, C y Zielinski, E. (2012). The Dengue Virus Mosquito Vector *Aedes aegypti* at High Elevation in México. En *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 87(5): 902-909. doi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3516267/>
- Ize, I. (2007). Cambio climático y salud humana. INECC. México.On-Line: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/367/cambioysalud.html>
- IPCC, (2001). (Intergubernamental Panel on Climate Change). Informe de síntesis, glosario de términos. Ginebra, Suiza. pg. 175-180. Recuperado de: <https://archive.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf> (uso de intro)
- Koelle, K., Pascual, M. y Yunus, M. (2005). Pathogen adaptation to seasonal forcing and Climate change. *Proc. R. Soc. B.272*: 971–977. doi: [10.1098/rspb.2004.3043](https://doi.org/10.1098/rspb.2004.3043)
- MINSA. (2011). Guía de Práctica Clínica para la Atención de casos de Dengue en el Perú. Recuperado de: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2366.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Social de Paraguay. (2016). Huevos *del Aedes aegypti* pueden mantenerse fértiles hasta por 13 meses. Recuperado de: <https://www.mspbs.gov.py/portal/8894/huevos-del-aedes-aegypti-pueden-mantenerse-feriles-hasta-por-13-meses.html>
- Márquez, Y., Martínez, E., Monroy, A., Monroy, K y Peña, V. (2018). Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito *Aedes spp* y la transmisión del virus del dengue. En *Rev CES Med*.33(1): 42-50. Doi: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmedicina.33.1.5>
- OPS. (2020). Actualización Epidemiológica dengue. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=dengue-2158&alias=51692-7-de-febrero-de-2020-dengue-actualizacion-epidemiologica-1&Itemid=270&lang=es
- Olmedo R, Stetson R, Alvarenga L. (1991).Índice de infestación por *Aedes (Steg.) aegypti* L. 1762 en la ciudad de Posadas, R. Argentina. Libro de Resúmenes del II Congreso Argentino de Entomología. I Seminario Latinoamericano de Vectores Urbanos y Animales Sinantrópicos. I Reunión Latinoamericana sobre Simúlidos. p. 234.
- Secretaria de Salud (SS) (2001). Programa de acción: enfermedades transmitidas por vector. México, pg. 29-30. Recuperado de:

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/vectores.pdf>

- Universidad de Valencia. (s/f). Valores críticos de la r de Pearson para una prueba unilateral según grados de libertad (N-2). Recuperado de: <https://www.uv.es/melajl/Docencia/Tablas/TablaR.PDF>

8.- Anexos

Anexo 1:

Tabla: Prueba de correlación momento-producto de Pearson sobre los resultados de precipitación y cantidad de huevos de la tabla 2					
N	X	Y	XY (±0.1)	X ² (±0.1)	Y ²
1	150.3	40	6012.0	22590.1	1600
2	190.7	216	41191.2	36366.5	46656
3	270.3	197	53249.1	73062.1	38809
4	89.0	0	0	7921	0
5	159.9	2	319.8	25568.0	4
6	108.8	18	1958.4	11837.4	324
7	110.7	88	9741.6	12254.5	7744
8	0.9	22	19.8	0.8	484
9	11.2	4	44.8	125.4	16
10	4.8	0	0	23.0	0
11	62.2	0	0	3868.8	0
12	29.7	0	0	882.1	0
13	147.8	0	0	21844.8	0
14	232.4	2	464.8	54009.8	4
Suma total	1568.7	589	113001.5	270354.4	95641

Anexo 2:

$$r = \frac{14(113001.5) - (1568.7)(589)}{\sqrt{[14(270354.4) - 1568.7^2][14(95641) - 589^2]}} = 0.574$$

Anexo 3:

Tabla : Prueba de correlación momento-producto de Pearson sobre los resultados de humedad relativa y cantidad de huevos de la tabla 2					
N	X	Y	XY (±0.1)	X ² (±0.1)	Y ²
1	72.7	40	2908.0	5285.3	1600
2	67.2	216	14515.2	4515.8	46656
3	69.1	197	13612.7	4774.8	38809

4	57.6	0	0	3317.8	0
5	61.1	2	122.2	3733.2	4
6	66.6	18	1198.8	4435.6	324
7	66.4	88	5843.2	4409.0	7744
8	65.7	22	1445.4	4316.5	484
9	75.1	4	300.4	5640.0	16
10	74.9	0	0	5610.0	0
11	65.6	0	0	4303.4	0
12	43.6	0	0	1901.0	0
13	60.2	0	0	3624.0	0
14	56.5	2	113.0	3192.3	4
Suma total	902.3	589	40058.9	59058.6	95641

Anexo 4:

$$r = \frac{14(40058.9) - (902.3)(589)}{\sqrt{[14(59058.6) - 902.3^2][14(95641) - 589^2]}} = 0.262$$

Anexo 5

Tabla : Prueba de correlación momento-producto de Pearson sobre los resultados de temperatura y cantidad de pupas de la tabla 3					
N	X	Y	XY (±0.1)	X² (±0.1)	Y²
1	18.5	212	3922.0	342.3	44944
2	19.5	164	3198.0	380.3	26896
3	23.5	570	13395.0	552.3	324900
4	21.6	602	13003.2	466.5	362404
5	19.8	350	6930.0	392.0	122500
6	17.8	3	53.4	316.8	9
7	28.9	792	22888.8	835.2	627264
8	19.4	7	135.8	376.4	49
9	13.6	0	0	185.1	0
10	20.3	1540	31262.0	412.1	2371600
11	20.5	1369	28064.5	420.2	1874161
12	20.6	149	3069.4	424.4	22201
Suma total	244	5758	125922.1	5103.4	5776928

Anexo 6:

$$r = \frac{12(125922.1) - (244)(5758)}{\sqrt{[12(5103.4) - 244^2][12(5776928) - 5758^2]}} = 0.427$$

Anexo 7:

Tabla : Prueba de correlación momento-producto de Pearson sobre los resultados de precipitación y cantidad de pupas de la tabla 3					
N	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	164	212	34768	26896	44944
2	43	164	7052	1849	26896
3	321	570	182970	103041	324900
4	96	602	57792	9216	362404
5	236	350	82600	55696	122500
6	94	3	282	8836	9
7	146	792	115632	21316	627264
8	190	7	1330	36100	49
9	53	0	0	2809	0
10	279	1540	429660	77841	2371600
11	292	1369	399748	85264	1874161
12	73	149	10877	5329	22201
Suma total	1987	5758	1322711	434193	5776928

Anexo 8:

$$r = \frac{12(1322711) - (1987)(5758)}{\sqrt{[12(434193) - 1987^2][12(5776928) - 5758^2]}} = 0.656$$

Anexo 9:

Tabla : Prueba de correlación momento-producto de Pearson sobre los resultados de humedad relativa y cantidad de pupas de la tabla 3					
N	X	Y	XY (±0.1)	X ² (±0.1)	Y ²
1	84.7	212	17956.4	7174.1	44944
2	72.1	164	11824.4	5198.4	26896
3	83.9	570	47823	7039.2	324900
4	82.9	602	49905.8	6872.4	362404
5	86.0	350	30100.0	7396.0	122500
6	71.6	3	214.8	5126.6	9
7	79.3	792	62805.6	6288.5	627264
8	81.0	7	567.0	6561.0	49

9	85.6	0	0	7327.4	0
10	86.0	1540	132440.0	7396.0	2371600
11	87.2	1369	119376.8	7603.8	1874161
12	81.4	149	12128.6	6626.0	22201
Suma total	981.7	5758	485142.4	80609.3	5776928

Anexo: 10

$$r = \frac{12(485142.4) - (981.7)(5758)}{\sqrt{[12(80609.3) - 981.7^2][12(5776928) - 5758^2]}} = 0.470$$