

Luis Fernando Rojas Terrazas.¹
Efraín Valencia Alanes.²
Fidel Fernández M.³
Nelson Rodríguez A.⁴
Carmen Romero V.⁵
Germán Guillen Vargas.⁶
Ana María Mamani R.⁷

Correspondencia a:

¹ Médico Salubrista Comité de epidemiología Red I cercado. Médico del Centro de Salud integral Sebastián Pagador. Investigador del Centro de investigación de salud pública UNITEPC. "CISPU".

² Médico Cirujano. Coordinador de Red I Cercado del Servicio Departamental de Salud Cochabamba.

³ Médico Epidemiólogo Comité de Epidemiología Red I Cercado. Director del Centro de Salud integral Sarcobamba.

⁴ Médico Epidemiólogo Comité de Epidemiología Red I Cercado. Director del Centro de Salud Chimba.

⁵ Médico Epidemiólogo Comité de Epidemiología Red I Cercado. Directora del Centro de salud Lacma.

⁶ Médico Epidemiólogo Comité de Epidemiología Red I Cercado. Director del Centro de Salud Sennfeld.

⁷ Licenciada en Enfermería. Investigadora del Centro de investigación de salud pública UNITEPC. "CISPU".

Cochabamba – Bolivia

Email de contacto:
Irojas_investigacion@unitepc-mail.com

Procedencia y arbitraje:
No comisionado, sometido a arbitraje externo

Recibido para publicación:
1 de Mayo del 2020

Aceptado para publicación:
28 de Mayo del 2020

Citar como:

Re Ci Sa UNI
2020;7(1):8-17



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Temperatura mínima adecuada para el desarrollo del ciclo de vida del *Aedes aegypti*

Minimum temperature suitable for the development of the life cycle of *Aedes aegypti*

Temperatura mínima adequada para o desenvolvimento do ciclo de vida de *Aedes aegypti*

Resumen

Introducción: Debido al cambio climático, los mosquitos *Aedes aegypti* tienen ciclos reproductivos en áreas poco comunes, que lleva a la propagación incontrolable de algunas enfermedades virales en estos lugares. La humedad causada por el agua de lluvia ha ocasionado la infestación domiciliar en diferentes áreas de Cochabamba. El objetivo es determinar la temperatura mínima adecuada para el desarrollo del ciclo de vida del *Aedes aegypti*. **Metodología:** El estudio fue; cuantitativo, longitudinal, descriptivo. Se registró la temperatura mínima y la eclosión de los huevos en las larvitrapas instaladas en la ciudad. **Resultados:** El 2017 se observó la presencia de larvas de mosquito, en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. Interrumpiéndose la eclosión larvaria a menos de 14 °C. El 2018 en los meses de enero a marzo y octubre, a diciembre. Interrumpiéndose la eclosión larvaria por debajo de 14 °C en los primeros meses, y 13 °C los últimos meses. El 2019 en los meses de enero a marzo y octubre a diciembre. Interrumpiéndose la eclosión por debajo a los 13 °C en los primeros meses y 12 °C los últimos meses. En los meses de enero a abril del 2020 se observó la presencia de larvas Interrumpiéndose el ciclo por debajo de los 12 °C. **Discusión:** *Aedes aegypti* presenta una adaptación fisiológica a la altura de Cochabamba, a una temperatura igual o mayor a los 12 °C, hasta el mes abril del 2020. Y la estabilidad de la temperatura mínima promedio propicia un ambiente adecuado para que se produzca el ciclo de vida aumentando su capacidad vectorial.

Palabras claves: Mosquitos Vectores, *Aedes*, Temperatura, Estadios del Ciclo de Vida, Adaptación.

Summary

Introduction: Due to climate changes, *Aedes aegypti* mosquitoes have reproductive cycles in rare areas, which leads to the uncontrollable spread of some viral diseases. The humidity caused by rainwater has caused house infestation in different areas of Cochabamba. The objective is to determine the minimum temperature suitable for the development of the life cycle of *Aedes aegypti*. **Methodology:** The study was; quantitative,

longitudinal, descriptive. The minimum temperature and hatching of the eggs were recorded in the larvae traps installed in Cochabamba city. **Results:** In 2017, the presence of mosquito larvae was observed in the months of January, February, November and December. Larval hatching interruption was at less than 14 °C. In 2018 in the months of January to March and October to December. Larval hatching interruption was below 14 °C in the first months, and 13 °C in the last months. In 2019 in the months of January to March and October to December. Larval hatching interruption was below 13 °C in the first months and 12 °C in the last months. In the months of January to April from 2020 the presence of larvae was observed interrupting its cycle below 12 °C. **Discussion:** *Aedes aegypti* presents a physiological adaptation at Cochabamba's height, at a temperature equal to or greater than 12 °C, until April of 2020. And the minimum average temperature stability is suitable for the life cycle occurrence increasing its vector capacity.

Keywords: Mosquito Vectors, Aedes, Temperature, Life Cycle Stages, Adaptation.

Resumo

Introdução: Devido às mudanças climáticas, os mosquitos *Aedes aegypti* possuem ciclos reprodutivos em áreas raras, o que leva à disseminação incontrolável de algumas doenças virais. A umidade causada pela água da chuva causou infestação em diferentes áreas de Cochabamba. O objetivo é determinar a temperatura mínima adequada para o desenvolvimento do ciclo de vida do *Aedes aegypti*. **Metodologia:** O estudo foi: quantitativo, longitudinal, descritivo. A temperatura mínima e a eclosão dos ovos foram registradas nas armadilhas de larvas instaladas na cidade de Cochabamba. **Resultados:** Em 2017, foi observada a presença de larvas de mosquitos nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro. Incubação larval interrompida a menos de 14 °C. 2018 nos meses de janeiro a março e outubro a dezembro. A eclosão das larvas interrompeu abaixo de 14 °C nos primeiros meses e 13 °C nos últimos meses. 2019 nos meses de janeiro a março e outubro a dezembro. A eclosão foi abaixo de 13 °C nos primeiros meses e 12 °C nos últimos meses. Nos meses de janeiro a abril de 2020, foi observada a presença de larvas interrompendo o ciclo abaixo de 12 °C. **Discussão:** O *Aedes aegypti* apresenta uma adaptação fisiológica na altura de Cochabamba, a uma temperatura igual ou superior a 12 °C, até o mês de abril de 2020. E a estabilidade da temperatura mínima média promove um ambiente adequado para a ocorrência de seu ciclo de vida aumentando sua capacidade vetorial.

Palavras chave: Mosquitos Vetores, Aedes, Temperatura, Estágios do Ciclo de Vida, Adaptação.

Introducción

La especie *Aedes aegypti* es un vector que transmite enfermedades, una de estas es el dengue, este artrópodo tiene una mayor capacidad de invasión y adaptación rápida. Además, que el hábitat y clima ejercen una significativa influencia en su desarrollo (1–3).

Por los cambios climáticos el *Aedes aegypti* presenta un ciclo reproductivo en regiones en los cuales no era usual encontrarlo, haciendo que en estos lugares se dispersen algunas enfermedades virales de forma descontrolada, la humedad provocada

por la lluvia hace que se produzca infestación domiciliaria en diferentes regiones donde también existe una elevada disponibilidad de criaderos, frecuencia de alimentación y estrés hídrico, todo esto es un factor para el inicio de epidemias con una mayor tasa de morbimortalidad (4–9).

La evidencia científica sugiere que el factor más importante es la temperatura, este afecta directa o indirectamente en la transmisión de enfermedades por *Aedes*, comenzando en elementos coherentes al ciclo de vida del mosquito incluso la relación directa del virus con el vector; e inclusive, afectar la conformación estructural del virión en el caso del dengue. Esta composición de elementos concernientes con la transmisión que son regulados por la temperatura no sucede con las demás variables climáticas (10).

El dengue en Bolivia constituye un problema epidemiológico en seis departamentos, con elevada morbilidad en los períodos de alta transmisión y generando carga significativa en la población.

El *Aedes aegypti* importante vector, ha conseguido una vertiginosa expansión por las condiciones favorables para su desarrollo del ciclo de vida. Existen elementos sociales precisos en la transmisión de esta enfermedad, resaltando la urbanización rápida y no planificada con el establecimiento de comunidades con deficiencias en abastecimiento de agua potable y limpieza urbana; uso de materiales no biodegradables (recipientes desechables de plástico, vidrio y neumáticos), y marcados cambios climáticos (11).

Se ha definido la presencia del mosquito en áreas elevadas geográficas del departamento de Cochabamba, donde no se encontraba anteriormente. En enero del 2016 se presentó una variación en la temperatura y precipitaciones fluviales, que proporcionó un ambiente adecuado para el desarrollo del *Aedes aegypti*. Con una mayor infestación domiciliaria en la zona sur de la ciudad de Cochabamba (12).

Este trabajo tiene por objetivo determinar la temperatura mínima adecuada para el desarrollo del ciclo de vida del *Aedes aegypti* en la ciudad de Cochabamba durante los años 2017 al 2020.

Metodología

Se realizó un estudio; cuantitativo, longitudinal, descriptivo que determine la temperatura mínima adecuada para que se desarrolle el ciclo completo del *Aedes aegypti* en la ciudad de Cochabamba, mediante el registro de temperatura y colocado de larvi-trampas desde enero del 2017 a abril del 2020.

Cochabamba ciudad de Bolivia, capital del departamento del mismo nombre y de la provincia de Cercado. Se encuentra situada en el centro del país. Tiene una población de 1 113 474 habitantes en el área metropolitana según el censo 2012 y pertenece a la Región de Kanata junto a los municipios de Sacaba, Quillacollo, Colcapirhua, Ti-quipaya, Vinto y Sipe Sipe. También tiene muchos problemas sanitarios por vectores transmisores de enfermedades, como los triatominos que transmiten la enfermedad de Chagas (13–17).

Los veranos son cortos, caliente y mayormente nublados; los inviernos son cortos, frescos, mayormente despejados y está seco durante todo el año. Durante el trans-

curso del año, la temperatura generalmente varía de 4 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 1 °C o sube a más de 30 °C (18).

El monitoreo de la temperatura mínima diaria se tomó del servicio nacional de meteorología e hidrología, que es un organismo técnico descentralizado del Estado, bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente y Agua del estado plurinacional de Bolivia (19).

Se registró la temperatura mínima y la eclosión de los huevos de *Aedes aegypti* en las larvitrapas instaladas en la ciudad para este estudio.

Se utilizó larvitrapas para verificar el desarrollo del ciclo de vida del *Aedes aegypti* que consistió en un recipiente fabricado a partir de botella de plástico pintada de color negro, en su interior se almacena agua para generar un ambiente que simulara el criadero de formas inmaduras de mosquitos. Se colocaron a 1 metro de altura sobre el nivel del suelo, en lugares protegidos de la luz directa del sol, y del agua de lluvia y de la perturbación por animales y personas (20).

La elección de los sitios para la instalación de las larvitrapas se estableció principalmente a la presencia del mosquito adulto, y son: Mercado Campesino, Parque la Torre, Avenida Beijín y Parque Lincoln

En el siguiente mapa se observa la georreferenciación de las larvitrapas instaladas en la ciudad de Cochabamba (21).



La inspección para la identificación entomológica en las larvitrapas de cada uno de los sitios identificados se realizó con una frecuencia de dos veces por semana. Las determinaciones taxonómicas se realizaron a partir de caracteres morfológicos observados y registrados (22).

Para el análisis se relacionó la temperatura mínima ambiente y la presencia de larvas del mosquito presentes.

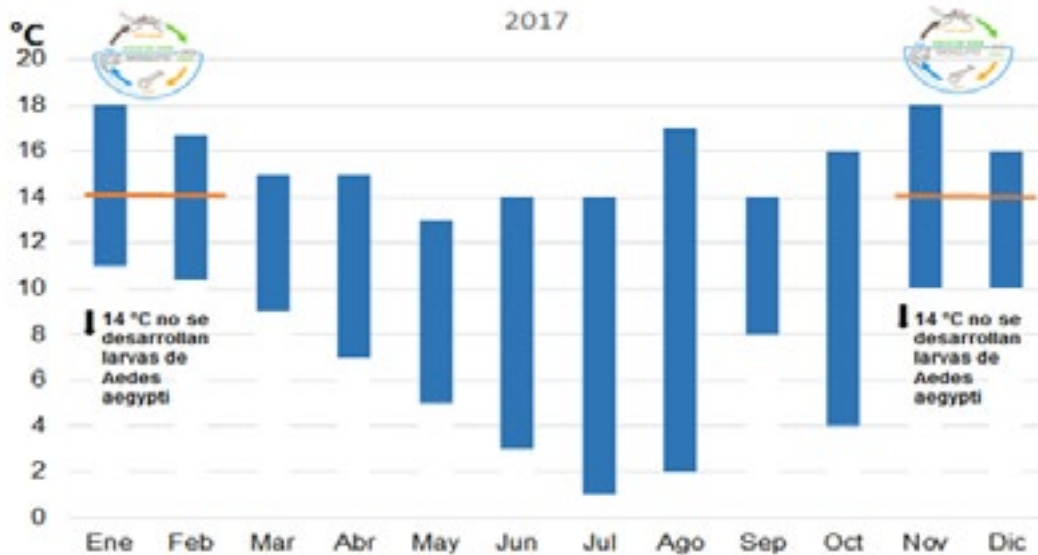
Resultados

De enero del 2017 a abril del 2020 se relacionó la temperatura mínima ambiente con eclosión y presencia de larvas de *Aedes aegypti* en zonas de la ciudad de Cochabam-

ba, obteniéndose los siguientes resultados:

El año 2017 se observó la presencia de larvas de mosquito, en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. Interrumpiéndose la eclosión larvaria a menos de 14 °C. Ver gráfico 1.

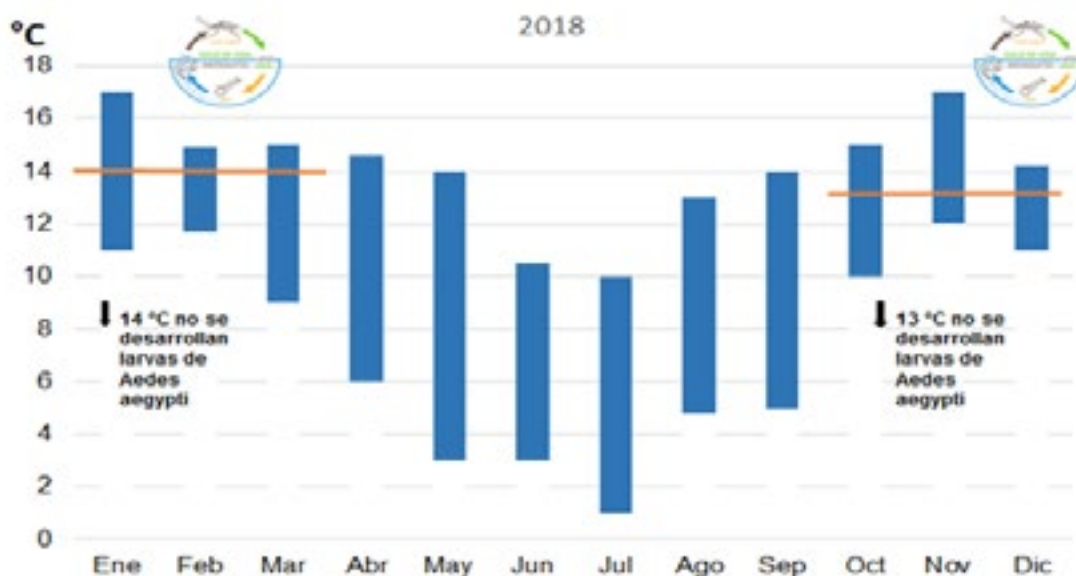
Gráfico 1. Relación del registro diario de temperaturas mínimas por meses con la presencia de larvas en larvitrapas instalados en la ciudad de Cochabamba durante el 2017.



Fuente: Elaboración Propia

El año 2018 se observó el desarrollo del mosquito con la presencia de larvas en los meses de enero a marzo y octubre, a diciembre. Interrumpiéndose la eclosión larvaria por debajo de 14 °C en los primeros meses, y 13 °C los últimos meses. Ver gráfico 2.

Gráfico 2. Relación del registro diario de temperaturas mínimas por meses con la presencia de larvas en larvitrapas instalados en la ciudad de Cochabamba durante el 2018.



Fuente: Elaboración Propia

El año 2019 se observó el desarrollo del mosquito con la presencia de larvas en los

meses de enero a marzo y octubre a diciembre. Interrumpiéndose la eclosión por debajo a los 13 °C en los primeros meses y 12 °C los últimos meses. Ver gráfico 3.

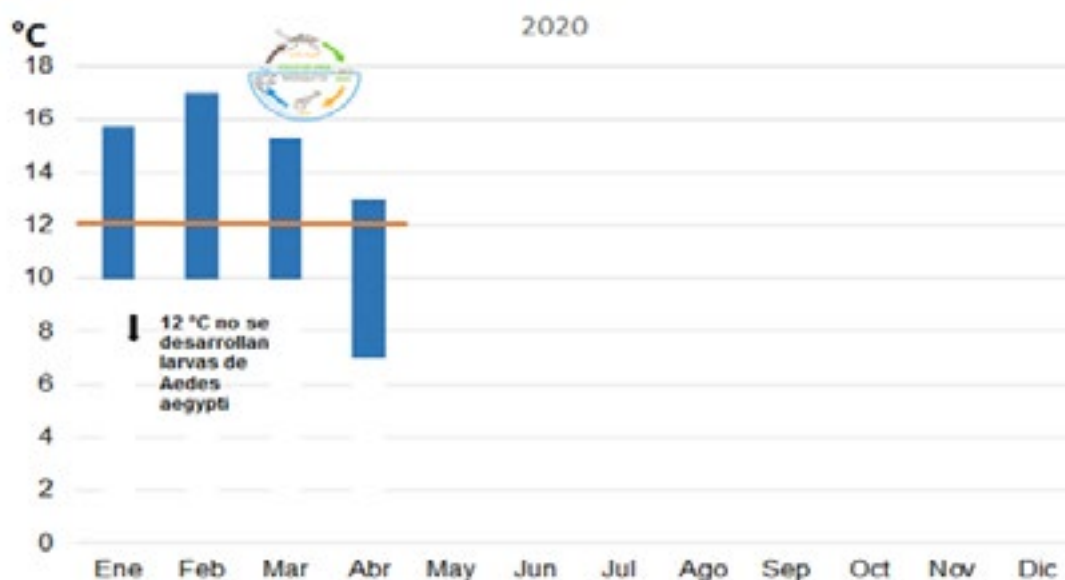
Gráfico 3. Relación del registro diario de temperaturas mínimas por meses con la presencia de larvas en larvitrapas instalados en la ciudad de Cochabamba durante el 2019.



Fuente: Elaboración Propia

En los meses de enero a marzo del 2020 se observó el desarrollo del mosquito con la presencia de larvas Interrumpiéndose el ciclo por debajo de los 12 °C. Ver gráfico 4.

Gráfico 4. Relación del registro diario de temperaturas mínimas por meses con la presencia de larvas en larvitrapas instalados en la ciudad de Cochabamba durante el 2019.



Fuente: Elaboración Propia

Discusión

Por los diferentes cambios climáticos, los mosquitos aparecen en lugares que no era común encontrarlos, lo que permite que algunas enfermedades se propaguen. La llu-

via, humedad y temperatura son factores que influyen en la infestación de diferentes áreas de Cochabamba (23).

Se sugiere por los estudios previos que la temperatura es más importante que otras variables porque esta regula el ciclo del desarrollo del mosquito siendo la temperatura mínima para la eclosión larvaria de 12 °C hasta relativamente altas de 38 °C. La tasa de supervivencia de las larvas también fluctúa significativamente dependiendo de la temperatura. Normalmente, la baja temperatura dará como resultado una tasa de supervivencia reducida (24).

Además, se ha descrito poca actividad de oviposición de *Aedes aegypti* durante los inviernos secos, mientras que ha sido mayor durante la temporada de lluvias (23).

El año 2017 en la ciudad de Cochabamba se presentó eclosión larvaria en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre relacionado con la época de lluvia y elevada temperatura que presentó la región, la temperatura mínima en que se produjo este evento fue por encima de los 14 °C.

La variación de temperatura en estos meses no fue estable, de día puede llegar hasta 30 °C y por la noche bajar hasta 7 °C y esto hace que la eclosión sea solo algunos días en los meses citados.

El 2018 se observó que los meses que presentaron eclosión larvaria fueron; enero a marzo interrumpiéndose a una temperatura menor de 14 °C, y en los meses de octubre a diciembre interrumpiéndose a una temperatura menor de 13 °C.

Se identificó el inicio de adaptación fisiológica del mosquito a la altura de Cochabamba que se encuentra a 2570 msnm con la disminución de la temperatura en un grado centígrado para la eclosión larvaria.

El año 2019 también se presentó la eclosión larvaria los meses de enero a marzo a una temperatura de igual o mayor 13 °C, y en los meses de octubre a diciembre a una temperatura de igual o mayor 12 °C disminuyendo en un grado centígrado este evento.

También se evidenció que en estos tres meses finales la eclosión larvaria era constante produciendo un ciclo activo de reproducción del mosquito *Aedes aegypti*

Los meses de enero a abril del 2020 siguió produciéndose la eclosión larvaria a una temperatura igual o mayor a los 12 °C. Además en estos meses Cochabamba presentó una estabilidad en la temperatura mínima promedio, lo cual creó el ambiente adecuado para la reproducción activa del mosquito y aumentando la capacidad vectorial con presencia de casos autóctonos de Dengue (25).

En conclusión, este estudio indica que el mosquito *Aedes aegypti* presenta una adaptación fisiológica a la altura de la ciudad de Cochabamba, a una temperatura igual o mayor a los 12 °C, hasta el mes abril del 2020 y también que la estabilidad de la temperatura mínima promedio propicia un ambiente adecuado para que se produzca el ciclo de vida del mosquito aumentando su capacidad vectorial.

Cochabamba se encuentra con riesgo de presentar enfermedades transmitidas por este mosquito, Para evitar este evento negativo se recomienda hacer control vectorial en el eje metropolitano siguiendo lo establecido en el “Plan de gestión integral para el control de *Aedes aegypti* municipio de Cochabamba” (11).

Agradecimientos

Lucio Ricardo Pacheco

Tecnico vectorial Servicio departamental de salud Cochabamba.

Cirilo José Camargo Tacuña

Tecnico vectorial Servicio departamental de salud Cochabamba.

Conflictos de Intereses

Los autores declaramos no tener conflictos de interés para el presente estudio.

Referencias Bibliográficas

1. Castro Jr FP, Martins WFS, Lucena Filho ML, Almeida RP, Beserra EB. Ciclos de vida comparados de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) do semiárido da Paraíba. *Iheringia Sér Zool.* 2013;103(2):118-23.
2. Graças Avila Guimarães M, Teixeira Serdeiro M, Araujo Oliveira A, Maleck M. Desenvolvimento, Viabilidade e Mortalidade de Imaturos de *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linnaeus, em Água de Duas Espécies de Bromélias: Estudo Bibliográfico e Experimental - Dialnet. *EntomoBrasilis.* 2015;8(3):214-21.
3. Morin C, Comrie A, Ernst K. Clima y transmisión del dengue: evidencia e implicaciones. *Perspect Salud Ambient.* 2013;121(11):1264-72.
4. Wu PC, Lay JG, Gou HR, Lin CY, Lung SC, Su HJ. La temperatura y la urbanización más altas afectan los patrones espaciales de la transmisión del dengue en el Taiwán subtropical. *Sci Total Env.* 2009;407(7):2224/33.
5. Morin CW, Monaghan AJ, Hayden MH, Barrera R, Ernst K. Simulaciones meteorológicas de epidemias de dengue en San Juan, PR. *PLoS Negl Trop Dis.* 2015;33(1):142-52.
6. PAHO/WHO Data - Casos de dengue [Internet]. [citado 1 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.paho.org/data/index.php/es/temas/indicadores-dengue/dengue-nacional/9-dengue-pais-ano.html>
7. Cruz Ferreira DA, Degener CM, Almeida Marques-Toledo C, Bendati MM, Fettzer LO, Teixeira CP, et al. Las variables meteorológicas y el monitoreo de mosquitos son buenos predictores de las tendencias de infestación de *Aedes aegypti*, el vector del dengue, el chikungunya y zika. *Parasit Vectors.* 2017;10(1):78.
8. Canyon D, Muller R, Hii J. *Aedes aegypti* disregard humidity-related conditions with adequate nutrition. *Trop Biomed.* 2013;30(1):1-8.
9. Lega J, Brown HE, Barrera R. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Abundance Model Improved With Relative Humidity and Precipitation-Driven Egg Hatching. *J Med Entomol.* 2017;54(5):1375-84.
10. Chan M, Johansson MA. The incubation periods of Dengue viruses. *PloS One.* 2012;7(11):e50972.
11. Valencia EA, Fernández FM, Rodríguez NA, Romero CV, Guillen GV, Rojas LFT, et al. Plan de gestión integral para el control de *Aedes aegypti* municipio de Cochabamba. 1.ª ed. Cochabamba: Publicaciones UNITEPC; 2018.

12. Castillo-Quino R, Vallejo-Castro E, Camacho-Aliaga AV, Quiñones-López A, Canelas-Urey HI. Adaptación del mosquito *Aedes aegypti* a 2 550 m s.n.m. Cochabamba, Bolivia. Febrero 2016. *Gac Médica Boliv.* junio de 2018;41(1):24-30.
13. COCHABAMBA HERMOSA [Internet]. [citado 21 de abril de 2020]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/cochabambahermos2395/>
14. Instituto Nacional de Estadísticas [Internet]. INE. [citado 21 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.ine.gob.bo/>
15. Lafuente L, Chacon L, Garro B, Machado M, Marcus G, Rojas L. Índice de infestación domiciliar por Triatominos en la comunidad Yurak Rumi. *Re Ci Sa UNITEPC* [Internet]. 26 de marzo de 2018 [citado 9 de abril de 2020];4(1):17-0. Disponible en: <https://investigacion.unitepc.edu.bo/revista/index.php/revista-unitepc/article/view/27>
16. Rojas Terrazas LF, Alexander R, Viscarra A T, Rocha R, Vidal A, Rusivel T. Prevalencia de Chagas en mujeres embarazadas. *Re Ci Sa UNITEPC* [Internet]. 30 de marzo de 2017 [citado 9 de abril de 2020];2(1):10-4. Disponible en: <https://investigacion.unitepc.edu.bo/revista/index.php/revista-unitepc/article/view/17>
17. Moreira E, de Melo Strelow S, Nascimento N, Rojas Terrazas LF, Angulo R. Prevalencia de la enfermedad de Chagas en la comunidad de Yuraq Rumi. *Re Ci Sa UNITEPC* [Internet]. 30 de septiembre de 2016 [citado 9 de abril de 2020];1(2):35-. Disponible en: <https://investigacion.unitepc.edu.bo/revista/index.php/revista-unitepc/article/view/16>
18. Clima promedio en Jorge Wilsterman, Bolivia, durante todo el año - Weather Spark [Internet]. [citado 21 de abril de 2020]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/147384/Clima-promedio-en-Jorge-Wilsterman-Bolivia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
19. SENAMHI - Página principal [Internet]. [citado 21 de abril de 2020]. Disponible en: <http://senamhi.gob.bo/index.php/inicio>
20. Miró VV, Arencibia MR, Abreu NB, Silva ML, Fernández M del CM. Evaluación de las larvitrapas como método de vigilancia de *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) y otros culícidos. *Rev Cubana Med Trop* [Internet]. 2018 [citado 21 de junio de 2020];70(3). Disponible en: <http://revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/286>
21. Google Earth [Internet]. [citado 21 de abril de 2020]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/search/Parque+La+Torre,+Avenida+Hero%c3%adnas,+Cochabamba,+Bolivia/@-17.39868832,-66.13874473,2578.32829807a,30667.11017302d,30y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCQo40Cu8qTVAEQg40Cu8qTXAGaAgbRdFWE-IAlc9YLTo9kErA>
22. Quintero Gil DC, Osorio Benítez JE, Martínez-Gutiérrez M. Vector competence: Entomological considerations and its implications on the epidemiology of Dengue. *latreia.* 2010;23(2):137-45.
23. Márquez Benítez Y, Monroy Cortés KJ, Martínez Montenegro EG, Peña García VH, Monroy Díaz ÁL, Márquez Benítez Y, et al. Influence of environmental temperature in the mosquito *Aedes* spp and the transmission of the dengue virus. *CES*

Med. 2019;33(1):42-50.

24. Galavíz-Parada JD, Vega-Villasante F, Marquetti M del C, Guerrero-Galván S, Chong-Carrillo O, Heredia JLN, et al. Efecto de la temperatura y salinidad en la eclosión y supervivencia de *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae) procedentes del occidente de México. *Rev Cubana Med Trop* [Internet]. 2018 [citado 21 de junio de 2020];71(2). Disponible en: <http://www.revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/353>.
25. Bolivia O. El Aedes ciudadano ya contagió a 11 personas; SEDES pide alerta [Internet]. *Opinión Bolivia*. [citado 22 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.opinion.com.bo/articulo/cochabamba/aedes-citadino-contagio-11-personas-sedes-pide-alerta/20200204225539749480.html>.