

Efecto de seis dietas durante el periodo larval y adulto de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio

Effect of six diets during the larval and adult period of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions

 CARMEN SINTI-HESSE¹  CARLOS TONG-RIOS²  MIGUEL ANGEL FARFÁN-GARCÍA¹
 FABIOLA DÍAZ-SORIA¹  JOSÉ ESPINOZA³  KARINE ZEVALLOS⁴ *

¹Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales «Hugo Pesce-Maxime Kuckynski» -INS, Iquitos, Perú. carsinhes@gmail.com, mfgarcia442@gmail.com, fabiodiaz@hotmail.com

²Laboratorio de Salud Pública – Loreto, Iquitos, Perú. ctong32@gmail.com

³Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. jespinozas@uni.edu.pe

⁴Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. karine.zevallos@unapikitos.edu.pe

*Autor de correspondencia

Zevallos, Karine. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Av. Colonial S/n -Punchana-Loreto, Iquitos, Perú. karine.zevallos@unapikitos.edu.pe

Citación sugerida

Sinti-Hesse, C., Tong-Rios, C., Farfán-García, M. A., Díaz-Soria, F., Espinoza, J. B., & Zevallos, K. (2024). Efecto de seis dietas durante el periodo larval y adulto de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología*, 51(1), e12651. <https://doi.org/10.25100/socolen.v51i1.12651>

Recibido: 02-Dic-2022

Aceptado: 28-Oct-2024

Publicado: 18-Mar-2025

Revista Colombiana de Entomología
ISSN (Print): 0120-0488
ISSN (On Line): 2665-4385
<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)
<https://www.socolen.org.co>
Universidad del Valle (Cali, Colombia)
<https://www.univalle.edu.co>

Resumen: La crianza en el laboratorio del vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) transmisor de enfermedades, requiere nutricionalmente dietas con elevada proteína, carbohidratos y bajas en grasa. El objetivo del trabajo fue evaluar y comparar diferentes dietas durante el estadio larval y adulto y su influencia en el tamaño alar. Se compararon 6 dietas, concentrado CIETROP-CC, peces (Nutrafin-NF y Aqua One-AO), perros y gatos (Ricocon-RC y Super-cat-SC) y levadura de cerveza-LV. El desarrollo de los estados larvales se midió mediante Kaplan-Meier y la comparación de longitud de alas por la prueba de la Mediana de Mood. Los días de desarrollo de larva a adulto fueron similares en las 6 dietas, con promedio de 13 días. Las larvas alimentadas con LV presentaron menor tasa de supervivencia (88 %) con respecto a las otras dietas (99 %). El tamaño alar de las hembras tuvo un rango 2,81 a 2,93 mm con promedio de 2,88 mm, DS 0,12 y de los machos de 2,18 a 2,28 mm, promedio de 2,23 mm y DS 0,17. Las dietas mostraron un desarrollo larvario satisfactorio; no encontrándose diferencia significativa en la supervivencia larval y desarrollo de larva a adulto ($P > 0,05$) siendo similar en la dieta CIETROP-CC y las comerciales. El análisis muestra que la dieta de laboratorio presenta respuestas similares con respecto a las otras cinco dietas sometidas a estudio, frente a la tasa de supervivencia y desarrollo de larva a adulto. La elaboración de la dieta permitirá determinar características nutricionales. Los resultados brindan importancia de alimentos comerciales en el desarrollo larvario.

Palabra clave: desarrollo larvario, dietas, enfermedades transmitidas vectores, tamaño corporal, supervivencia.

Abstract: Rearing the laboratory vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), a disease vector, necessitated diets nutritionally rich in protein and carbohydrates, yet low in fat. The objective of this study was to evaluate and compare the effects of various diets on larval and adult stages, with a specific focus on wing size. Six diets were compared: CIETROP-CC concentrate, fish-based diets (Nutrafin-NF and Aqua One-AO), carnivore-based diets (Ricocon-RC and Super-cat-SC), and brewer's yeast (LV). The development of larval stages was assessed using Kaplan-Meier survival analysis, while wing length was compared using Mood's median test. The developmental duration from larva to adult was consistent across all six diets, averaging 13 days. Larvae fed LV exhibited a lower survival rate (88 %) compared to the other diets (99%). Female wing size ranged from 2.81 to 2.93 mm, with a mean of 2.88 mm and a standard deviation of 0.12, while male wing size ranged from 2.18 to 2.28 mm, with a mean of 2.23 mm and a standard deviation of 0.17. All diets supported satisfactory larval development, with no significant differences observed in larval survival or developmental duration ($P > 0.05$). Notably, the CIETROP-CC and commercial diets yielded similar results. These findings indicate that the laboratory-prepared diet exhibited comparable performance to the other five diets in terms of survival and developmental rates. Further analysis will enable the determination of its specific nutritional composition. The results underscore the efficacy of commercial diets in supporting larval.

Keywords: Larval development, diets, vector-borne diseases, body size, survival.

Introducción

El mosquito *Aedes aegypti* (L., 1762) (Diptera: Culicidae) es el principal vector del dengue, chikungunya, y Zika en la Amazonía Peruana (Williams et al., 2014; Williams et al., 2017) La Región Loreto es una locación endémica de arbovirosis con brotes esporádicos que colapsan la infraestructura sanitaria e incrementan la morbimortalidad en áreas empobrecidas (Hasan et al., 2022). El control vectorial es clave para reducir el impacto de las enfermedades transmitidas por *Ae. aegypti*, por lo cual es vital entender los mecanismos de supervivencia y mantenimiento de colonias de mosquitos (Consoli & Oliveira, 1994).

El estudio vectorial en condiciones de laboratorio requiere mantener la colonia de *Ae. aegypti*; la dieta de las larvas de este vector constituye un factor importante para la cría masiva en el laboratorio y una crianza consistente (Benedict et al., 2020; Bond et al., 2017). Actualmente está demostrado que las condiciones del desarrollo de los estados larvales pueden llevar a influenciar las características de supervivencia, reproducción y susceptibilidad en el adulto, ya que en esta etapa se almacenan los nutrientes básicos para su desarrollo, como proteínas y glicógeno que son fundamentales para los estadios de pupa y adulto (Kivuyo et al., 2014; Nasci & Mitchell, 1994; Schneider et al., 2004).

Estudios sobre la fisiología nutricional de las larvas demuestran que los requerimientos nutricionales básicos de *Ae. aegypti* son dietas que contienen proteínas (7 % - 60 %), carbohidratos (31 % - 92 %), ácidos grasos (3 % - 9 %), y vitaminas y minerales indispensables para el crecimiento en condiciones de laboratorio (Singh, 1957; van Schoor et al., 2020) Las colonias de mosquitos que se reproducen en el laboratorio de entomología del instituto donde se desarrolla este estudio, se alimentan rutinariamente de una dieta comercial denominada LV que ha demostrado ser viable para la reproducción de mosquitos. Sin embargo, enfrenta algunas dificultades como la presentación de la misma en polvo y en trozos que influye en la mortalidad de las larvas (Morante-Silva et al., 2019).

Encontrar una dieta óptima, accesible y que permita realizar una crianza permanente es lo ideal. En condiciones de laboratorio, adicionalmente a la LV, recientemente se preparó una dieta concentrada denominada concentrado CIETROP-CC donde predomina un alto contenido de proteínas, carbohidratos y baja proporción de grasas, basada en fórmulas para alimento para peces amazónicos (Aguilar-Ramírez, 2014; Guerra Flores, 2006). El desabastecimiento de LV y las limitaciones geográficas que enfrenta nuestra Amazonía, ha llevado a utilizar otras dietas comerciales como dietas de peces (Nutrafin-NF y Aqua One-AO), perros y gatos (Ricocon-RC y Supercat-SC, respectivamente) para el crecimiento de los estados larvales de *Ae. aegypti*.

Durante años se vienen obteniendo colonias de *Ae. aegypti* en varias partes del mundo por diferentes grupos de investigación; cada grupo aplica su propia metodología de alimentación, mantenimiento, y crianza con base en sus propias condiciones y recursos (Bond et al., 2017; Carvalho et al., 2014). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de seis tipos de dietas, utilizadas previamente en condiciones de laboratorio, en la supervivencia de los estados larvales y el desarrollo de larva a adulto del mosquito *Ae. aegypti* en la Amazonía Peruana.

Materiales y métodos

Tipo y diseño de investigación

Se realizó un estudio prospectivo aplicándose la metodología experimental de investigación, desarrollando la estrategia del diseño en bloques completamente al azar donde los bloques constituyen los ensayos y los tratamientos constituyen las dietas alimenticias. El experimento se llevó a cabo con 50 larvas por bandeja (x 3 repeticiones x 3 ensayos).

Población, muestra y muestreo

La población total estuvo constituida por 2,700 larvas a partir de huevos capturados de especímenes silvestres mediante uso de ovitrampas por seis (06) semanas en la ciudad de Iquitos. Se utilizó la generación F2 para los ensayos del presente estudio de investigación.

Descripción de los procedimientos

Procedimiento de campo: Se realizó la obtención de huevos a partir de ovitrampas, colocadas en las viviendas domiciliarias, elegidas por conveniencia, con una separación promedio de 400 m una de otra con la ayuda de un GPS, de acuerdo con su capacidad de dispersión del vector (Lower, 2017; Nelson, 1986); previa aceptación del jefe de familia a través de una hoja informativa.

Procesamiento de las dietas: Se utilizaron 6 tipos de dietas para la alimentación en la etapa larval, con elevado porcentaje de proteínas, 5 de procedencia comercial y una dieta CIETROP-CC preparada en el laboratorio de entomología con 47 % de proteína bruta. Todas las dietas fueron procesadas en un moledor de café marca BOSCH modelo TSM6A013B, tamizadas con una malla de 250 µm; el alimento de las larvas se ha diluido en agua destilada para facilitar la adición del alimento por ser una mínima cantidad. Se detalla la composición nutricional de cada dieta en la Tabla 1.

Tabla 1. Principios nutritivos de las dietas comparadas

Tipo de alimento	Código	Presentación	Información Nutricional
Alimento para peces: Aqua One (%)	AO	Pellets	Proteína 38 %; Grasa 5 %; Fibra 8 %; Humedad 5 %
Alimento para peces: Nutrafin Basix (%)	NF	Pellets	Proteína cruda 36 %; Grasa cruda 5 %; Fibra cruda 6 %; Humedad 10 %
Alimento para perros: Ricocon Cachorros (%)	RC	Gránulos	Proteína 21 %; Grasa 10 %; Fibra 3,5 %; Calcio 1,1 %; Fosforo 0,8 %; Humedad 12,0 %
Alimento para gatos: Super Cat Deli Pescado (%)	SC	Gránulos	Proteína 30 %; Grasa 9 %; Fibra 5,5%; Ceniza 8,5%; Calcio 0,6 %; Humedad 12 %
Levadura de cerveza (uso de rutina) (%)	LV	Tabletas	Vitamina B-1 40 %, Vitamina B-2 16 %, Niacina 4 %
Concentrado CIETROP (%)	CC	Polvo	Proteína 82 % y Carbohidratos 18 %

Los sustratos de papel con los huevos de *Ae. aegypti* pasaron a ser secados por 3 días, para completar su desarrollo embrionario y obtener una población equitativa en edad y desarrollo (Benedict et al., 2020; Sasmita et al., 2019; Wohl & McMeniman, 2023). El día de la eclosión, día 1 las larvas fueron alimentadas con 0,20 ml de dieta. El día 2 recibieron 0,30 ml de dieta. El día 3 se administró 0,40 ml de dieta. El día 4 se alimentó con 0,50 ml de dieta. El día 5, 60 ml de dieta y cada día después del inicio de la pupación las larvas recibieron 0,30 ml de dieta, para evitar la sobrealimentación y que se ensuciara el agua (van Schoor et al., 2020). Las larvas se alimentaron todos los días a las 08:30 horas.

Preparación de la dieta CIETROP-CC: el alimento fue elaborado con base en la fórmula del Cuadrado de Pearson que es una de las formulaciones utilizadas para elaborar dietas alimenticias para peces en la Amazonía Peruana (Aguilar-Ramírez, 2014; Guerra Flores, 2006) (Figura 1).

La preparación consistió primero en conocer la composición de proteína bruta de cada insumo a utilizar en la dieta. Posteriormente cada insumo fue agrupado en fuentes proteicas (insumos con contenidos proteicos brutos mayores a 20 %) y fuentes energéticas (insumos con contenidos proteicos menores al 20 %). Una vez agrupado los insumos, se procedió a calcular el promedio proteico de cada grupo. Conociendo esto, se iniciaron los cálculos para preparar un alimento \pm 47 % de proteína bruta (Tabla 2).

Insumo	Porcentaje de proteína bruta	Fuente	Promedio Total	% Insumos
Harina de pescado	65 %	Proteica	55 %	41
Harina de torta de soya	45 %	Proteica		41
Harina de trigo	7 %	Energética	8 %	4,5
Harina de maíz	11 %	Energética		4,5
Harina de maca	10 %	Energético		4,5
Fécula de maíz	4 %	Energética		4,5

Tabla 2. Composición de proteína bruta de los insumos utilizados en la formulación de la dieta CIETROP-CC

Desarrollo larvario de *Ae. aegypti*: Las larvas se criaron siguiendo el modelo de (Nasci & Mitchell, 1994). Después de 12 horas de haber eclosionado, fueron transferidas en número de 50 a los contenedores de 11,5 x 6 cm con 300 ml de agua de clorada; el nivel del agua se comprobó diariamente y se añadió el agua necesaria para mantener el volumen de inicio. La temperatura del ambiente osciló en $27,33 \pm 2$ °C humedad relativa (HR) $77,15 \pm 7$ y fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad; condiciones ambientales óptimas que se requieren para un insectario de crianza de mosquitos *Aedes*. Una vez inició la pupación, las larvas fueron retiradas en forma diaria.

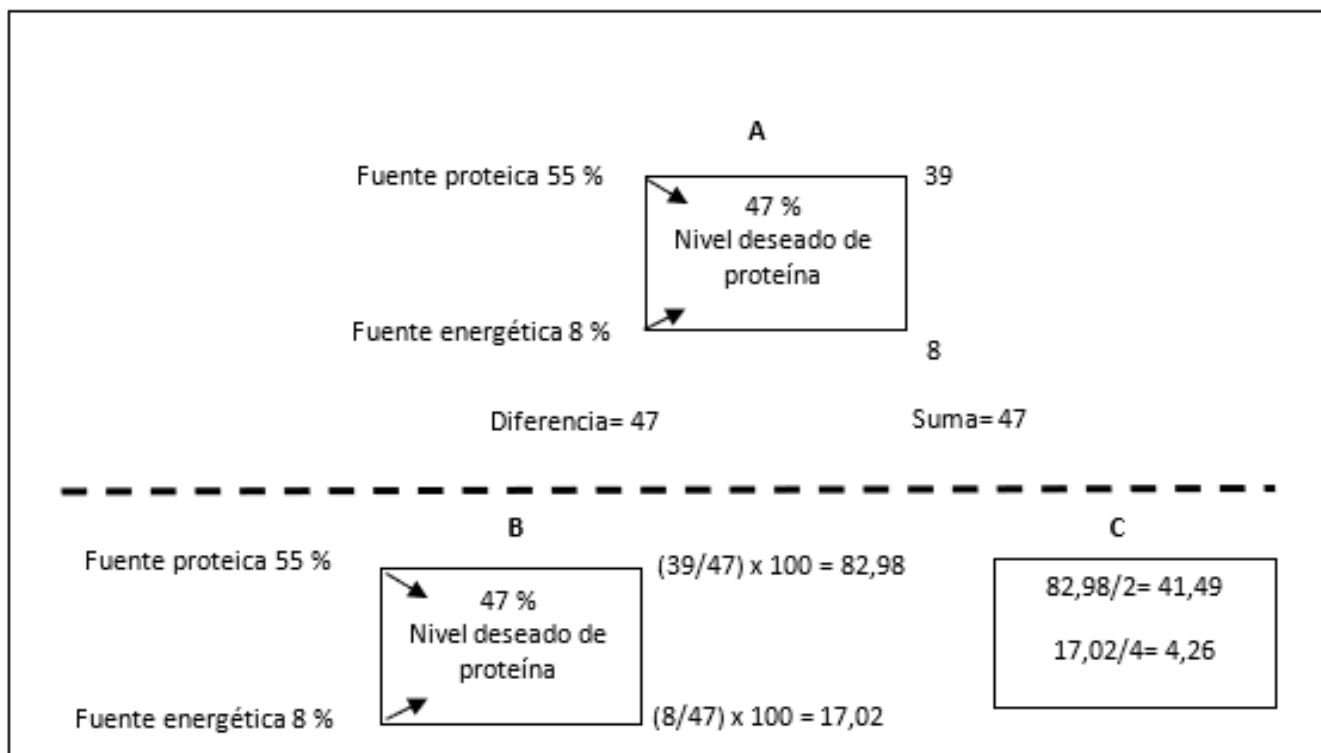


Figura 1. Cuadrado de Pearson para preparar una dieta alimenticia. 1A. Promedio del % fuente proteica y fuente energética, cálculo del requerimiento proteico y energético. 1B. cálculo del % de fuente proteica y fuente energética para preparar alimento al 47 % de proteína. Y 1C. % requerido de las dos fuentes.

Supervivencia larvaria: se observó diariamente el tiempo que transcurre desde la eclosión de los huevos hasta la pupación de las larvas; pasando por los estadios de larva I hasta larva IV. Con la finalidad registrar los datos demográficos, se contó diariamente para cada bandeja el número de larvas que alcanzaron la pupación.

Emergencia de pupas: los recuentos de pupas se realizaron diariamente para determinar el tiempo medio de pupación. Las pupas fueron recolectadas con una pipeta plástica rotulada por tipo de dieta y transferidos a vasos plásticos de 0,3 onzas con 100 ml de agua deionada; posteriormente se colocaron en vasos de 1 L, cubiertos en la parte superior con mallas de tul y presionados con ligas, hasta la emergencia del adulto. Se controlaron los datos de: fecha de pupación, número de pupas por dieta y mortalidad.

Longitud alar: después de 24 h de la emergencia de adultos, estos fueron muertos por congelación a -20 °C por 30 minutos y se almacenaron en placas Petri. El tamaño corporal de los mosquitos adultos se representó mediante la medición de la longitud de las alas; una única ala fue removida y fijada con cinta adhesiva transparente en una lámina portaobjeto. Usando un ocular micrométrico se midió el tamaño del ala de hembras y machos, desde la incisión axilar hasta la extremidad del ala, vena R4+5 excluyendo las cerdas del borde (Kittayapong et al., 1992; Nasci & Mitchell, 1994). La longitud de las alas se midió utilizando un estereomicroscopio SZX16 Olympus.

Aspectos biológicos evaluados: se evaluó la emergencia de las pupas y el tiempo de duración del ciclo de la larva; en la etapa de pupas se tomaron los datos de cantidad de pupas por día. Así como la medición del tiempo transcurrido desde

la eclosión de los huevos hasta la emergencia del mosquito adulto.

Análisis de datos

Se realizó el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier y la comparación de longitud de las alas por cada dieta mediante la prueba de la Mediana de Mood. Todos los procedimientos fueron realizados usando el software STATA versión 14,0. Las diferencias fueron consideradas significativas teniendo en cuenta un $P < 0,05$ para todos los análisis.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética para el Uso de Animales en Investigación del Instituto Nacional de Salud Peruano, mediante RD N° 441-2017-OGI-TT-OPE/INS.

Resultados y discusión

Efecto de las dietas en la sobrevivencia larvaria del *Ae. aegypti*

El promedio de días entre el paso de larva-I a larva-IV fue similar entre las 6 dietas alimenticias 5 a 13 días (Figura 2), pupas de 2 a 5 días y adultos de 2 a 4,5 días. La dieta de levadura de cerveza tuvo menor sobrevivencia y mayor tiempo de desarrollo en larvas, pupas y adultos. El número inicial de larvas por dieta alimenticia fue de 450, donde las larvas alimentadas con levadura presentaron menor tasa de supervivencia de 406 larvas (88 %) con respecto al resto de las dietas que mostraron una supervivencia superior con 449 larvas (99 %). La proporción de hembras y machos adultos emergidos fue similar en todos los tratamientos, observándose una relación cerca 1:1 entre los machos y hembras (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de las dietas en la supervivencia larvaria de una cría de *Aedes aegypti*

Etapas de desarrollo del <i>Aedes aegypti</i>	CC N=450	AO N=450	LV N=450	NF N=450	RC N=450	SC N=450
Total de días desde L1 a L4	7	5	13	5	6,33	5
Número de especímenes vivos de L1 a L4	449	450	406	450	449	449
Rango de días de pupa	3	2	5	3	4	4
Número de especímenes vivos de pupa	448	449	399	449	449	449
Rango de días de adulto	5	3	10	2	3	3
Número de especímenes vivos de adultos	447	449	396	448	449	448
Supervivencia de L1 a adulto (%)	99,3	99,8	88	99,6	99,8	99,8
Número de especímenes vivos de adultos hembras	211	218	192	224	218	206
Número de especímenes vivos de adultos machos	236	231	204	224	231	242
Número de días promedio desde la eclosión de huevos hasta adulto	13	11	19	11	12	12
Proporción sexual (♂: ♀)	1,12:1	1,06:1	1,06:1	01:01	1,06:1	1,17:1

L1 = Larva estadio 1, L4 = Larva estadio 4, CC = CIETROP, AO = Aqua One, LV = Levadura, NF = Nutrafin, RC = Ricocan, SC = Supercat, N = Número, ♂ = macho y ♀ = hembra.

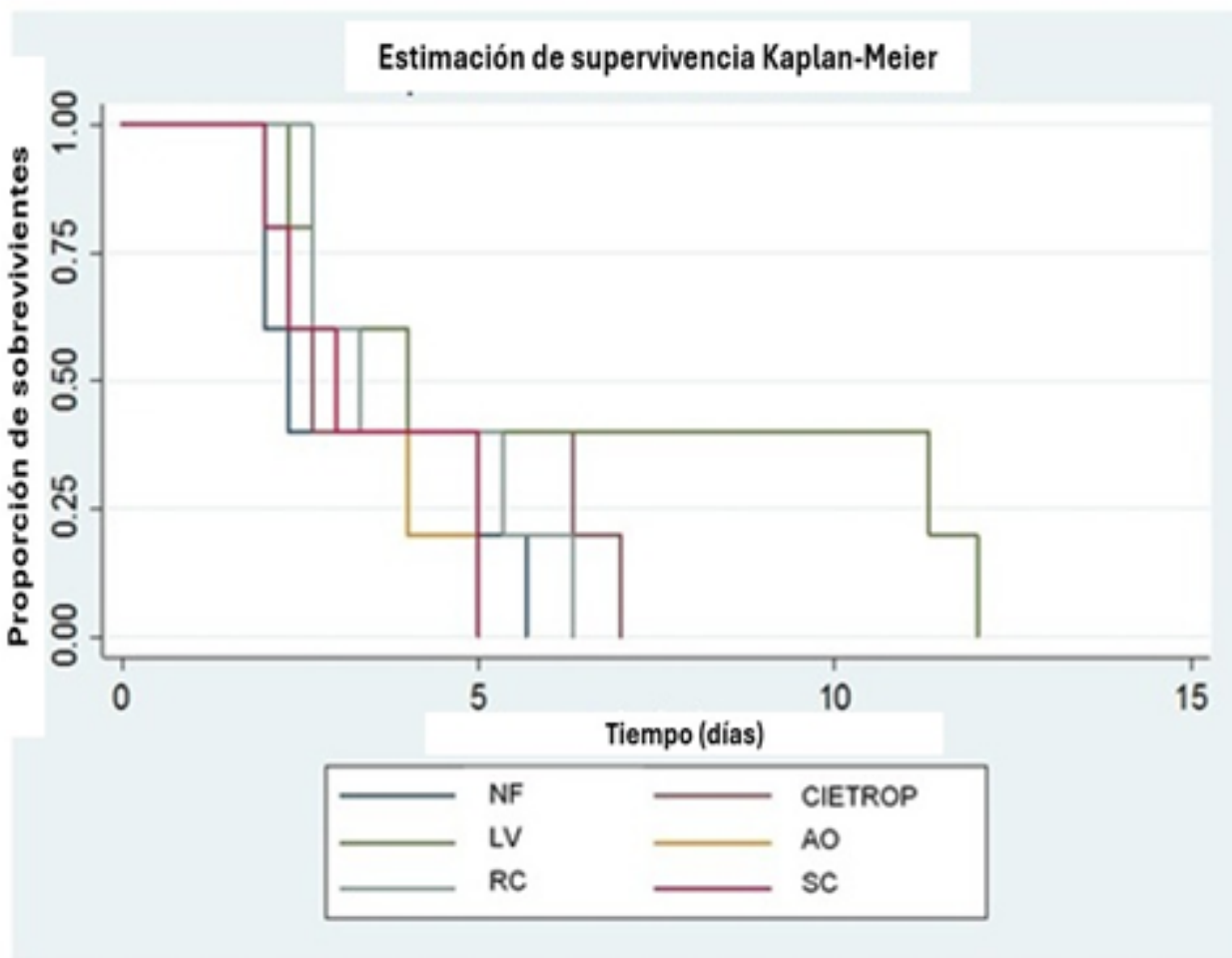


Figura 2. Supervivencia de larvas de *Ae. aegypti* alimentados con seis tipos de dietas.

Tabla 4. Tamaño promedio alar de los mosquitos *Aedes aegypti* en función de las dietas alimenticias

Dietas	Hembras				Machos			
	Mediana	Q3 – Q1	IC de la Mediana (95%)	Agrupación	Mediana	Q3 – Q1	IC de la Mediana (95%)	Agrupación
Peces 2 (NF)	2,93	0,12	(2,92; 2,95)	A	2,28	0,06	(2,28; 2,29)	A
Gato (SC)	2,91	0,12	(2,89; 2,93)	A	2,24	0,07	(2,24; 2,25)	B
Perro (RC)	2,88	0,16	(2,86; 2,89)	B	2,25	0,09	(2,24; 2,26)	B
CIETROP (CC)	2,85	0,14	(2,83; 2,88)	B	2,19	0,09	(2,18; 2,20)	C
Levadura (LV)	2,84	0,14	(2,82; 2,85)	B	2,18	0,09	(2,17; 2,19)	C
Peces 1 (AO)	2,81	0,18	(2,79; 2,82)	C	2,21	0,1	(2,20; 2,22)	C
General	2,88	0,15	(2,87; 2,89)		2,23	0,1	(2,22; 2,24)	

Influencia de las dietas en el tamaño adulto del mosquito *Ae. aegypti*

Se midió el tamaño alar de 2,567 ejemplares adultos de *Ae. aegypti*, de los cuales 1,263 fueron hembras y 1.304 ejemplares machos. Durante el proceso de separación de alas de los mosquitos, se deterioraron 71 ejemplares (Tabla 4 y Figura 3).

Existen diferencias significativas en las medianas de las longitudes de las alas del mosquito *Ae. aegypti* con respecto al sexo ($p = 0,000$), siendo las de las hembras (Mediana de 2,88)

superiores a las de los machos (Mediana de 2,23). Con relación al efecto de las dietas alimenticias ($p = 0,000$); la dieta Peces 2-NF tiene una longitud alar superior en el percentil 50 (Mediana de 2,93) y se extiende aproximadamente entre 2,92 hasta 2,95, siendo estadísticamente igual a la dieta alimenticia Gato-SC (Mediana de 2,91); en contraste con la dieta Peces 1-AO la cual presenta una Mediana de 2,81.

Los mosquitos se midieron desde la incisión axilar hasta la extremidad del ala, vena R4+5 excluyendo las cerdas del

borde. Las comparaciones de las barras son dentro de cada sexo, ♀ = hembra y ♂ = macho, y no son significativamente diferentes.

En este estudio no se encontraron diferencias significativas en el desarrollo larval ni sobrevivencia de los mosquitos adultos entre los 6 tipos de dietas alimenticias evaluadas. Se encontró que el mosquito *Ae. aegypti* tiene una alta tasa de supervivencia en casi todas las dietas alimenticias, con excepción de la dieta Levadura de Cerveza – LV.

Los resultados muestran que el CIETROP-CC es una dieta que presenta un elevado porcentaje de proteínas de fácil preparación, que permite una concentración proporcional frente a dietas comerciales. Contar con una dieta preparada “in house” evita enfrentar retos de adquirir dietas de marcas comerciales como desabastecimiento de dietas, variación de composición nutricional y acceso (Senevirathna et al., 2020).

No todas las dietas alimenticias son óptimas para la crianza de mosquitos, condicionando el mantenimiento de una colonia (Martinson & Strand, 2021; Merritt et al., 1992; Souza et al., 2019; van Schoor et al., 2020), la alimentación en los estadios larvales tiene una gran influencia en la supervivencia, la reproducción (Araújo et al., 2012; Manrique-Saide et al., 1998; Moreno et al., 2014; Nasci & Mitchell, 1994; Pérez Alarcón, 2019; Rivera-Pérez et al., 2017), tamaño del cuerpo del mosquito adulto y resistencia a insecticidas (Grossman et al., 2018; Jensen et al., 2016; Lang et al., 2018), así como la capacidad de transmitir enfermedades (Senevirathna et al., 2020; Takken et al., 2013). El mantenimiento y colonización del *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio tienen mucha variación, aunque proporcionan una nutrición suficiente para

permitir el mantenimiento de las colonias (Benedict et al., 2020; Sasmita et al., 2019).

En este trabajo se evaluaron seis dietas alimenticias, cinco de ellas alternativas comerciales, y una preparada en el laboratorio (CIETROP). A pesar de las diferentes proporciones de proteínas, grasas, fibras y otros; las larvas se adaptan y se desarrollan por igual. En general, todas las dietas mostraron un desarrollo larvario satisfactorio, incluso las larvas alimentadas con LV, dieta que desarrolló rápidamente polución del agua (Rivera-Pérez et al., 2017) con formación de una película de grasa que ocasionó mortalidad en las larvas, aunque la diferencia no fue significativa.

La dieta elaborada en el laboratorio CIETROP se compuso de proteínas y carbohidratos, no se diferenció de otras dietas que aportaban otros componentes. El aporte nutricional busca brindar a las larvas un contenido proteico superior al 20 % ya que los aminoácidos esenciales que conforman la proteína, así como las grasas, azúcares y esteroides han demostrado ser importantes en el desarrollo de los diferentes estadios larvales y el funcionamiento del mosquito adulto (Rivera-Pérez et al., 2017). Formulaciones de dietas elaboradas a base de proteínas de origen animal favorecieron la supervivencia larval y producción de mosquitos adultos en *Ae. aegypti* (van Schoor et al., 2020) y en *Anopheles gambiae* Giles, 1902 (Benedict et al., 2020; Shapiro et al., 2016). Se menciona que el efecto de una dieta en el desarrollo larval se debe a la participación de ciertas bacterias en la digestión y descomposición de las dietas que promueven dicho desarrollo y crecimiento (Martinson & Strand, 2021) que no evaluado en este estudio. Igualmente es necesario considerar los recursos alimenticios dispo-

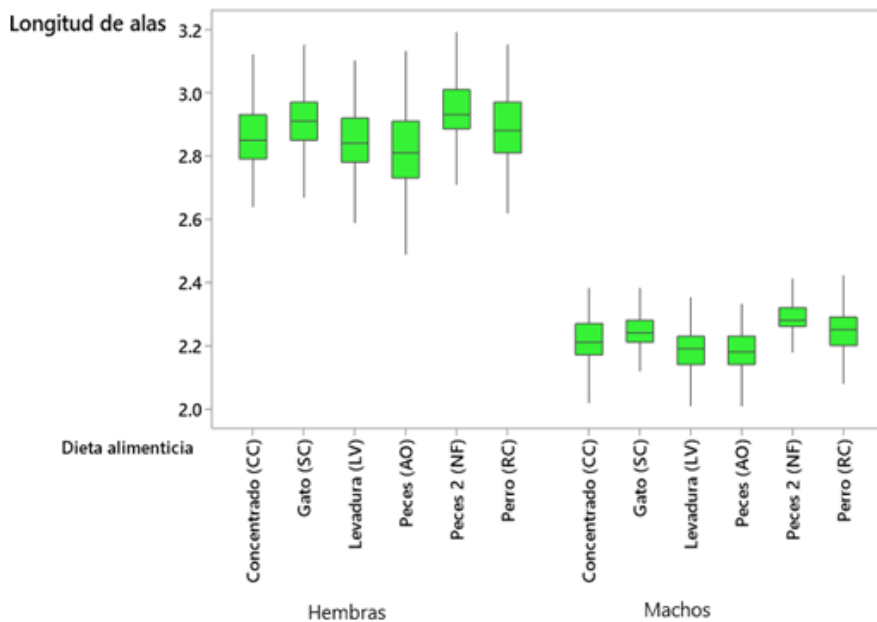


Figura 3. Tamaño alar de los ejemplares hembra y machos de *Aedes aegypti* según dieta

CC = CIETROP, AO = Aqua One, LV = Levadura, NF = Nutrafin, RC = Ricocan, SC = Supercat. H = Hembras, M = Machos.

nibles para las larvas de mosquitos en sus hábitats naturales y tener clara la relación entre disponibilidad de alimentos, competencia vectorial y aptitud de los mosquitos (Merritt et al., 1992; Souza et al., 2019). La dieta de levadura de cerveza, fue la única que formó una película de grasa en la superficie del agua que incidió en la mortalidad de las larvas aunque sin diferencias significativas (Pérez Alarcón, 2019).

No se evidenciaron diferencias en la envergadura alar, la cual fue similar a lo reportado en un estudio de eficiencia de dietas para establecer una cría en masa de *Ae. aegypti* en México (Bond et al., 2017) y a diferencia de la investigación llevada a cabo por Senevirathna et al. (2020) cuyos resultados mostraron valores superiores a 5 mm de envergadura alar en un estudio de historia de vida influenciada mediante una dieta larval en *Ae. aegypti*; dichos valores son sumamente superiores a los resultados obtenidos, lo cual puede deberse a ciertas características genéticas de la población en esa zona (Lainhart et al., 2015). Los resultados obtenidos en esta investigación, con referencia al tamaño alar, se encuentran dentro de los valores reportados en estudios de los hábitats larvales y el tamaño del mosquito adulto (Schneider et al., 2004).

Los resultados encontrados dan a conocer que existen muchas dietas en el mercado local que pueden ser utilizados para la cría del *Ae. aegypti* e incluso se puede preparar una dieta con ciertos ingredientes locales. No existe una diferencia significativa entre las seis dietas evaluadas, la misma que se evidencia con los resultados del tamaño alar de los mosquitos y el alto porcentaje de supervivencia de estos (Khan et al., 2013; Senevirathna et al., 2020). A pesar de que la dieta CIETROP-CC no fue la mejor dieta de todas; su elaboración permitirá determinar las características nutricionales de la especie. Sin embargo, debido a las limitaciones del diseño se requieren estudios complementarios microbiológicos y químico proximales de las dietas.

Conclusiones

La supervivencia larvaria y desarrollo del mosquito desde los estados larvales a adulto del *Ae. aegypti* fue similar entre las seis dietas evaluadas; incluso aquellas larvas alimentadas con LV. Existen muchas dietas en el mercado local para la cría del *Ae. aegypti* e incluso se puede preparar una dieta con ciertos ingredientes locales. Los resultados indican que la dieta de laboratorio CIETROP es una alternativa viable frente a las dietas comerciales.

Los resultados brindan un conocimiento de la importancia de las dietas comerciales en el desarrollo larvario del mosquito *Ae. aegypti* que requieren nutricionalmente una elevada cantidad de proteínas, carbohidratos y bajo en grasa; las mismas que podrían estar influenciando en la competencia vectorial.

Referencias

Aguilar-Ramírez, Y. C. (2014). Efecto del alimento con dos niveles proteicos en la crianza semiintensiva de *Colossoma macropomum* "gamitana" en la comunidad nativa Aawajum Jayais, Chiriaco-Amazonas [Tesis profesional, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/5395>

Araújo, M d S., Gil, L. H. S., & e-Silva, A. (2012). Larval food quantity affects development time, survival and adult biological traits that influence the vectorial capacity of *Anopheles darlingi* under laboratory conditions. *Malaria Journal*, 11(261). <https://doi.org/10.1186/1475-2875-11-261>

Benedict, M. Q., Hunt, C. M., Vella, M. G., Gonzalez, K. M., Dotson, E. M., & Collins, C. M. (2020). Pragmatic selection of larval mosquito diets for insectary rearing of *Anopheles gambiae* and *Aedes aegypti*. *PLoS ONE*, 15(3), e0221838 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221838>

Bond, J. G., Ramírez-Osorio, A., Marina, C. F., Fernández-Salas, I., Liedo, P., Dor, A., & Williams, T. (2017). Efficiency of two larval diets for mass-rearing of the mosquito *Aedes aegypti*. *PLoS ONE*, 12(11), e0187420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187420>

Carvalho, D. O., Nimmo, D., Naish, N., McKemey, A. R., Gray, P., Wilke, A. B. B., Marrelli, M. T., Virginio, J. F., Alphey, L., & Capurro, M. L. (2014). Mass production of genetically modified *Aedes aegypti* for field releases in Brazil. *Journal of Visualized Experiments*, (83), e3579. <https://doi.org/10.3791/3579>

Consoli, R. A. G. B., & Oliveira, R. L. de. (1994). *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil* (Primera edición). Editora FIOCRUZ.

Grossman, M. K., Uc-Puc, V., Flores, A. E., Manrique-Saide, P. C., & Vazquez-Prokopec, G. M. (2018). Larval density mediates knockdown resistance to pyrethroid insecticides in adult *Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors*, 11(282), 1-6. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2865-x>

Guerra Flores, H. (2006). *Cultivando peces amazónicos (2°)*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. <https://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL900.pdf>

Hasan, M. M., Hernández-Yépez, P. J., de los Angeles Rivera-Cabrera, M., Sarkar, A., dos Santos Costa, A. C., & Essar, M. Y. (2022). Concurrent epidemics of dengue and COVID-19 in Peru: Which way forward? *The Lancet Regional Health - Americas*, 12, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100277>

Jensen, K., Ko, A. E., Schal, C., & Silverman, J. (2016). Insecticide resistance and nutrition interactively shape life-history parameters in German cockroaches. *Scientific Reports*, 6(1), 28731. <https://doi.org/10.1038/srep28731>

Khan, I., Farid, A., & Zeb, A. (2013). Development of inexpensive and globally available larval diet for rearing *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Parasites & Vectors*, 6(90), 1-7. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-90>

Kittayapong, P., Edman, J. D., Harrison, B. A., & Delorme, D. R. (1992). Female body size, parity, and malaria infection of *Anopheles maculatus* (Diptera: Culicidae) in Peninsular Malaysia. *Journal of Medical Entomology*, 29(3), 379-383. <https://doi.org/10.1093/jmedent/29.3.379>

Kivuyo, H. S., Mbazi, P. H., Kisika, D. S., Munga, S., Rumisha, S. F., Urasa, F. M., & Kweka, E. J. (2014). Performance of five food regimes on *Anopheles gambiae* sensu stricto larval rearing to adult emergence in insectary. *PLoS ONE*, 9(10), e110671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110671>

Lainhart, W., Bickersmith, S. A., Moreno, M., Tong Rios, C., Vinetz, J. M., & Conn, J. E. (2015). Changes in genetic diversity from field to laboratory during colonization of *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae). *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(5), 998-1001. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0336>

Lang, B. J., Idugboe, S., McManus, K., Drury, F., Qureshi, A., & Cator, L. J. (2018). The effect of larval diet on adult survival, swarming activity and copulation success in male *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 55(1), 29-35. <https://doi.org/10.1093/jme/tjx187>

Lower-Hernán, M. (2017). Métodos de monitoreo de *Aedes aegypti* para su control en Entre Ríos: un enfoque hacia un ordenamiento ambiental y un ecosistema urbano saludable. [Tesis especialización, Universidad Tecnológica Nacional]. <https://ria.utn.edu.ar/server/api/core/bitstreams/fc2a1163-afb2-4f1e-b714-00fe626ea593/content>

Manrique-Saide P, Delfin-González H, Parra-Tabla V, Ibañez-Bernal S. (1998). Desarrollo, mortalidad y sobrevivencia de las etapas inmaduras de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en neumáticos.

- Revista Biomédica*, 9(2), 84-91. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-248114>
- Martinson, V. G., & Strand, M. R. (2021). Diet-microbiota interactions alter mosquito development. *Frontiers in Microbiology*, 12(650743), 1-16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.650743>
- Merritt, R. W., Dadd, R. H., & Walker, E. D. (1992). Feeding Behavior, Natural Food, and Nutritional Relationships of Larval Mosquitoes. *Annual Review of Entomology*, 37(1), 349-374. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.002025>
- Morante-Silva, P., Ruiz-González, C., Atarama-Montero, N., & Andrade-Herrera, K. N. (2019). Efecto del extracto etanólico de *Azadirachta indica* "Neem" sobre la viabilidad del huevo y larva de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) en laboratorio. *Revista Peruana de Entomología*, 54(1), 1-11.
- Moreno, M., Tong, C., Guzmán, M., Chuquiyaui, R., Llanos-Cuentas, A., Rodríguez, H., Gamboa, D., Meister, S., Winzeler, E. A., Maguina, P., Conn, J. E., & Vinetz, J. M. (2014). Infection of laboratory-colonized *Anopheles darlingi* mosquitoes by *Plasmodium vivax*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 90(4), 612-616. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0708>
- Nasci, R. S., & Mitchell, C. J. (1994). Larval diet, adult size, and susceptibility of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to infection with Ross River Virus. *Journal of Medical Entomology*, 31(1), 123-126. <https://doi.org/10.1093/jmedent/31.1.123>
- Nelson, M. (1986). *Biología y ecología del Aedes aegypti*- OPS (1.ª ed.). Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/28513>
- Pérez Alarcón, M. E. (2019). Eficacia del piriproxifen frente al temephos para el control de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio en Lima Perú. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10579>
- Rivera-Pérez, C., Clifton, M. E., & Noriega, F. G. (2017). How micronutrients influence the physiology of mosquitoes. *Current Opinion in Insect Science*, 23, 112-117. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.07.002>
- Sasmitha, H. I., Tu, W.-C., Bong, L. J., & Neoh, K. B. (2019). Effects of larval diets and temperature regimes on life history traits, energy reserves and temperature tolerance of male *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): optimizing rearing techniques for the sterile insect programmes. *Parasites & Vectors*, 12(578). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3830-z>
- Schneider, J. R., Morrison, A. C., Astete, H., Scott, T. W., & Mark L. Wilson. (2004). Adult size and distribution of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) associated with larval habitats in Iquitos, Peru. *Journal of Medical Entomology*, 41(4), 634-642. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.634>
- Senevirathna, U., Udayanga, L., Ganesharachchi, M., Hapugoda, M., Ranathunge, T., & Gunawardena, N. S. (2020). Development of an alternative low-cost larval diet for mass rearing of *Aedes aegypti* mosquitoes In Sri Lanka. *BioMed Research International*, 2020(1), 1053818. <https://doi.org/10.1155/2020/1053818>
- Shapiro, L. L. M., Murdock, C. C., Jacobs, G. R., Thomas, R. J., & Thomas, M. B. (2016). Larval food quantity affects the capacity of adult mosquitoes to transmit human malaria. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1834), 20160298. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0298>
- Singh, K. R. P. & Brown, A. W. A. (1957). Nutritional requirements of *Aedes aegypti* L. *Journal of Insect Physiology*, 1(3), 199-220. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(57\)90036-7](https://doi.org/10.1016/0022-1910(57)90036-7)
- Souza, R. S., Virginio, F., Riback, T. I. S., Suesdek, L., Barufi, J. B., & Genta, F. A. (2019). Microorganism-based larval diets affect mosquito development, size and nutritional reserves in the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Frontiers in Physiology*, 10(152), 1-24. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00152>
- Takken, W., Smallegange, R. C., Vigneau, A. J., Johnston, V., Brown, M., Mordue-Luntz, A. J., & Billingsley, P. F. (2013). Larval nutrition differentially affects adult fitness and *Plasmodium* development in the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles stephensi*. *Parasites & Vectors*, 6(345), 10. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-345>
- van Schoor, T., Kelly, E. T., Tam, N., & Attardo, G. M. (2020). Impacts of dietary nutritional composition on larval development and adult body composition in the yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*). *Insects*, 11(8), 535. <https://doi.org/10.3390/insects11080535>
- Williams, M., Mayer, S. V., Johnson, W. L., Chen, R., Volkova, E., Vilcarromero, S., Widen, S. G., Wood, T. G., Suarez-Ogno, L., Long, K. C., Hanley, K. A., Morrison, A. C., Vasilakis, N., & Halsey, E. S. (2014). Lineage II of Southeast Asian/American DENV-2 is associated with a severe dengue outbreak in the Peruvian Amazon. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 91(3), 611-620. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0600>
- Wohl, M. P., & McMeniman, C. J. (2023). Batch rearing *Aedes aegypti*. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2023(3), 172-181. <https://doi.org/10.1101/pdb.prot108017>

Origen y financiamiento

Este proyecto fue financiado por Recursos Ordinarios – RO del Ministerio de Economía y Finanzas – MEF; meta 022: Monitoreo, Supervisión, Evaluación y Control Metaxénicas y Zoonosis. La ejecución presupuestal fue durante los años 2018 y 2019. Y fue aprobada mediante Resolución Directoral N° 441-2017-OGITT-OPE/INS.

Contribución de los autores

Carmen Sinti Hesse: concepción, diseño del manuscrito, recolección, análisis, interpretación de los datos, redacción y revisión crítica importante del contenido del manuscrito.

Carlos G. Tong Rios: concepción, diseño del manuscrito, recolección, análisis, interpretación de los datos, redacción y revisión crítica importante del contenido del manuscrito.

Miguel A. Farfán García: revisión crítica importante del contenido del manuscrito.

Fabiola Díaz Soria: redacción y revisión crítica importante del contenido del manuscrito.

José Espinoza Cáceres: análisis, interpretación de los datos y revisión crítica importante del contenido del manuscrito

Karine Zevallos: diseño del manuscrito, análisis, interpretación de los datos, redacción y revisión crítica importante del contenido del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.