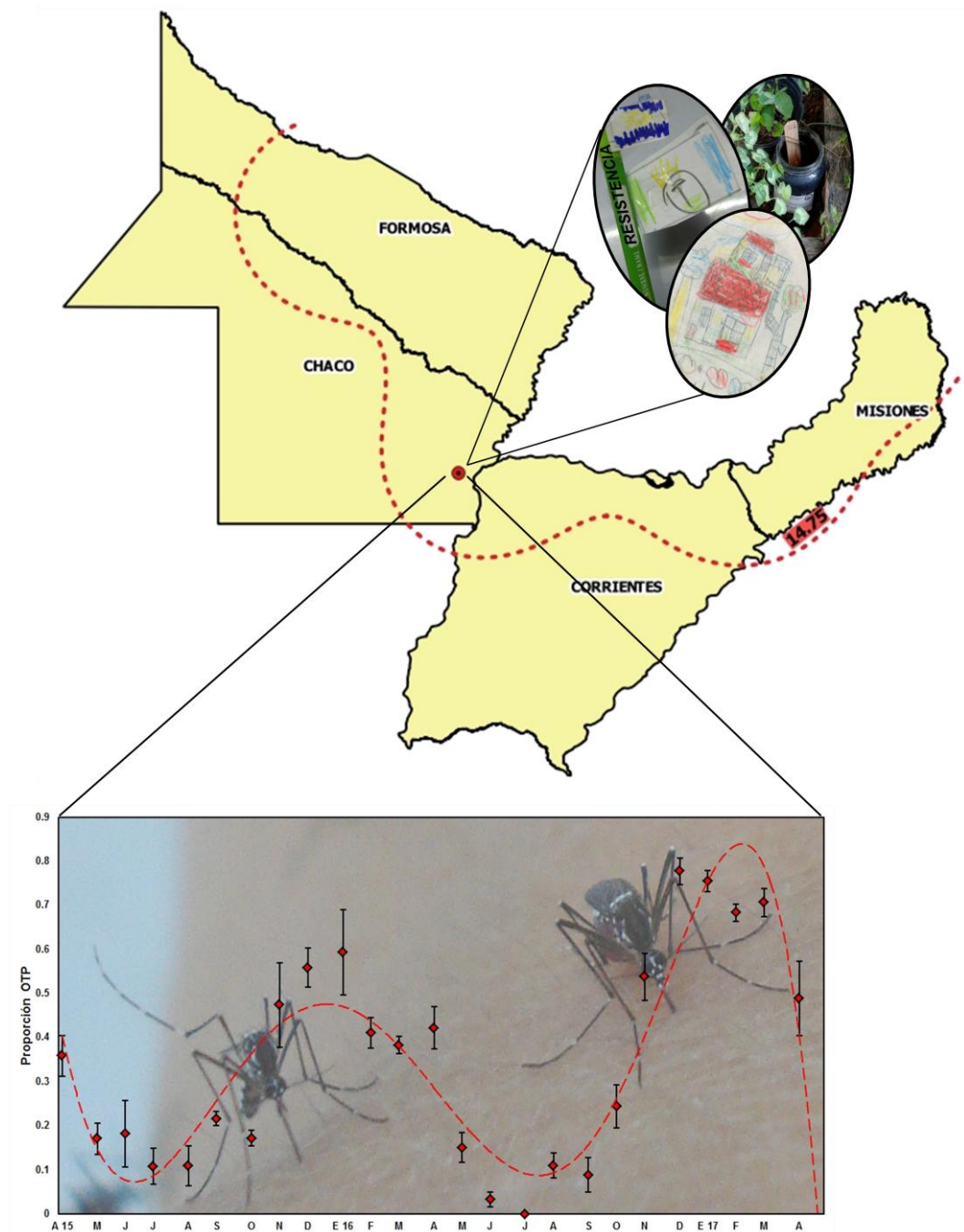


Javier Orlando Giménez

Bionomía de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) en una zona con alto riesgo de transmisión de dengue en el Nordeste argentino



**Trabajo de Tesis para optar al título de Doctor de la Universidad Nacional del
Nordeste, especialidad Biología**



**Bionomía de *Aedes (Stegomyia) aegypti*
(Linnaeus) (Diptera: Culicidae) en una zona
con alto riesgo de transmisión de dengue en
el Nordeste argentino**

Javier Orlando Giménez

Directora: Dra. Marina Stein

Codirector: Dr. Walter R. Almirón

**Trabajo realizado en el Área de Entomología del Instituto de Medicina
Regional Universidad Nacional del Nordeste**

2024

*En Memoria Del Suboficial Mayor Ramón De Jesus Giménez.
Gendarme De Raza y Cálido Pero Fugaz Padre.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a la comisión del doctorado de la UNNE en Biología y a la Secretaría de Investigación y Posgrado, por permitirme agotar todas las instancias posibles para que esta tesis haya concluido su ciclo; y hoy llegue a las manos de quien este interesado en la biología de *Aedes aegypti*.

Además es menester reconocer y agradecer el trabajo, la asesoría y cooperación de mi Directora Marina Stein y Co-Director Walter R. Almirón en todas las etapas de este tesis, desde el momento de ser esbozado como proyecto de Beca Doctoral Cofinanciada (UNNE-CONICET) hasta su ejecución y entrega final a la Universidad Nacional del Nordeste.

Al Instituto de Medicina Regional no solo por volverse mi segunda casa de altos estudios, sino por brindarme los espacios e insumos necesarios para realizar un objetivo angular como lo fue el establecimiento de colonias estacionales. Va un saludo especial Carlos Gomez y al personal del taller del Instituto por la fabricación y adecuación de los estantes donde eran ubicados las jaulas entomológicas.

A Carlos Acevedo y Enzo Gomez que colaboraron en los traslados en camioneta para la ubicación y selección de los sitios de muestreos (viviendas) en la ciudad de Resistencia; y por supuesto a las familias que sedieron parte de sus jardines o patios de ser revisado periódicamente.

A Juana Willener técnica del área de Entomología por la ayuda en dos años consecutivos de colecta de material.

Al personal encargado de la seguridad de la UNNE por facilitarme el ingreso al Campus de Resistencia, para registrar los datos durante los feriados o fines de semanas.

Al plantel de estudiantes que colaboraron en el primer año de muestreo de campo mediante el proyecto de extensión universitaria “Contra el Dengue hay Equipo”, su aporte represento el puntapié inicial de la ejecución de la tesis y aliviano buena parte de mi trabajo.

A las autoridades del cementerio municipal San Francisco Solano, de la ciudad de Resistencia, por abrirme las puertas y brindarme mi preciado material biológico.

A mis colegas del área de Entomología, en primera instancia a Carla Alvarez, Debora Bangher, Griselda Oria, Janinna Faraone y Ornela Stechina por brindarme el apoyo, las palabras de aliento, las sugerencias, experiencias y recomendaciones pertinentes para poder transitar el duro camino de la redacción de una tesis doctoral. En segunda instancia y no menos importante a Patricia Ramírez y Carolina Alonso, con quienes he intercambiado opiniones referidas a la tesis doctoral, y aunque no están en el área actualmente, la mensajería instantánea y el correo electrónico las vuelve ha acercar.

Al abuelo Jose y a las abuelas Margarita y Zulma por cuidar de mis queridos “Guricitos” Agustín y Abril; ustedes han suplido mi ausencia en una etapa tan importante como lo es los primeros años de vida de ellos.

A Silvia, madre de mis hijos y compañera de situaciones adversas, muchas de las horas destinadas a la tesis (ausente de nuestra familia) no se recuperan con un simple gracias. Pero establecen el punto de partida de cómo queremos o debemos seguir de ahora en más.

PUBLICACIONES DERIVADAS

Giménez, JO, CN Alvarez, WR Almirón and M Stein. 2020. Meteorological variables associated with the temporal oviposition rate of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Resistencia city, Chaco province, Northeastern Argentina. *Acta Tropica* 212, 105678.

Campos, RE, G Zanotti, CM Di Battista, **JO Giménez** and S Fischer. 2021. Differential inhibition of egg hatching in *Aedes aegypti* populations from localities with different winter conditions. *Bulletin of Entomological Research* 111 (3), 323-330 p.

De Majo, MS, G Zanotti, **JO Giménez**, RE Campos and S Fischer. 2021. Comparative Study on the Thermal Performance of Three *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Populations From Argentina. *Journal of Medical Entomology* 58 (4): 1533-1739 p.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL	6
Características generales de Culicidae	7
Ciclo de vida	7
Morfología de Culicidae	8
Biología de Culicidae	11
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus)	15
Hábitats larvales	18
Hábitats de adultos	19
Importancia sanitaria.....	20
Los virus Zika y chikungunya en Argentina	24
Implicancia de los estudios biológicos en el conocimiento de las enfermedades vectoriales.....	25
CAPÍTULO II: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL TRABAJO	28
Objetivo general.....	29
Objetivos específicos	29
Hipótesis	29
Metodología general	29
Área de estudio.....	29
Sitio de muestreo	35
Colecta de huevos de <i>Aedes aegypti</i>	39
Tablas de vida y estadísticos vitales	40
Actividad horaria de oviposición	41
CAPÍTULO III: ACTIVIDAD ESTACIONAL DE OVIPOSICIÓN DE <i>Aedes aegypti</i>	42
Introducción	43
Materiales y métodos	44
Actividad de oviposición de <i>Aedes aegypti</i>	44
Análisis de datos	45
Resultados.....	47
Patrón estacional de la actividad de oviposición	47
Cambios estacionales en la actividad de oviposición	49
Asociación entre las variables meteorológicas y los indicadores de la ovipostura.....	50
Tendencia de incremento de oviposición	55

Discusión	58
Conclusiones	65
CAPÍTULO IV: ESTADÍSTICOS VITALES DE <i>Aedes aegypti</i>	66
Introducción	67
Materiales y métodos	68
Construcción y definiciones de los estadísticos vitales de larvas y pupas	70
Construcción y definiciones de los estadísticos vitales de adultos	71
Análisis de datos	73
Resultados	76
1-Estadísticos vitales de lavas y pupas	77
Tiempo de desarrollo	77
Mortalidad de larvas y pupas	78
Supervivencia de larvas + pupas	79
Sex ratio	79
Umbral térmico de desarrollo	80
2-Estadísticos vitales adultos	81
Fecundidad	82
Fecundidad diaria	82
Longevidad de adultos	83
Edad reproductiva	84
Parámetros demográficos	88
Discusión	89
Conclusiones	98
CAPÍTULO V: ACTIVIDAD HORARIA DE OVIPOSICIÓN DE <i>Aedes aegypti</i>	99
Introducción	100
Materiales y métodos	102
Actividad horaria de ovipostura	102
Análisis de datos	103
Resultados	104
Discusión	108
Conclusiones	114
CONSIDERACIONES FINALES	115
BIBLIOGRAFÍA	121
MATERIAL SUPLEMENTARIO	153

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL

Figura 1 Ciclo de vida y características generales de los estados de <i>Aedes aegypti</i>	8
Figura 2 Estructura externa del huevo de <i>Aedes aegypti</i>	16
Figura 3 Anatomía externa de la larva de <i>Aedes aegypti</i>	17
Figura 4 Anatomía externa de la pupa de <i>Aedes aegypti</i>	17
Figura 5 Anatomía externa del adulto de <i>Aedes aegypti</i>	18
Figura 6 Notificaciones de casos de dengue durante el período 2023 y 2024..	24

CAPÍTULO II: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Figura 1 Formaciones vegetales y riqueza de culícidos de la provincia del Chaco.....	33
Figura 2 Régimen de humedad de tres localidades de la provincia del Chaco.	34
Figura 3 Datos meteorológicos mensuales de la ciudad de Resistencia, Chaco (SMN serie 1981-2010).....	36
Figura 4 Datos mensuales del promedio de horas de sol en la ciudad de Resistencia, Chaco.....	37
Figura 5 Área Metropolitana del Gran Resistencia.....	37
Figura 6 Ciudad de Resistencia.....	40

CAPÍTULO III: ACTIVIDAD ESTACIONAL DE OVIPOSICIÓN

Figura 1 Variación estacional de la actividad de oviposición de <i>Aedes aegypti</i> en Resistencia, Chaco.....	48
Figura 2 Datos meteorológicos semanales de la ciudad de Resistencia, Chaco.....	49
Figura 3 Regresiones lineales de las variables meteorológicas y los indicadores de oviposición de <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	53
Figura 4 Regresiones cuadráticas y lineales de las variables meteorológicas y los indicadores de oviposición de <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	55
Figura 5 Coeficiente de variación mensual de los indicadores de actividad de oviposición de <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Resistencia, Chaco, correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	56

Figura 6 Incremento de oviposición de <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Resistencia Chaco.....	58
---	----

CAPÍTULO IV: ESTADISTICOS VITALES

Figura 1 Jaula entomológica para cría de poblaciones de <i>Aedes aegypti</i> de la ciudad de Resistencia (Chaco).....	70
---	----

Figura 2 Modelo lineal del tiempo de desarrollo de <i>Aedes aegypti</i>	82
---	----

Figura 3 Temperaturas mínimas, máximas y mediana (con cuartiles 1 y 3) en cada estación por semanas previas al primer registro de ovipostura, en la ciudad de Resistencia (Chaco) entre 2015 a 2017.....	87
--	----

Figura 4 Curva de supervivencia de las hembras de <i>Aedes aegypti</i> después de la primera ovipostura.....	88
--	----

CAPÍTULO V: ACTIVIDAD HORARIA DE OVIPOSICIÓN

Figura 1 Actividad Horaria de oviposición de <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Resistencia, Chaco, en el período abril 2017 a marzo 2018.....	106
--	-----

Figura 2 Máximos números de huevos de <i>Aedes aegypti</i> registrado y días previos a la coleta con precipitaciones, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período abril 2017 a marzo 2018.....	107
--	-----

Figura Cantidad de huevos de <i>Aedes aegypti</i> colocados en relación a la temperatura mínima y precipitación semanal en la ciudad de Resistencia, Chaco, en el período abril 2017 a marzo 2018.....	109
--	-----

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III: ACTIVIDAD ESTACIONAL DE OVIPOSICIÓN

Tabla 1 Media y desvío estándar de proporción de ovitrampas positivas y Cantidad de Huevos de <i>Aedes aegypti</i> colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	50
---	----

Tabla 2 Correlación de rangos de spearman y p-valor de CH de <i>Aedes aegypti</i> colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	51
--	----

Tabla 3 Correlación de rangos de spearman y p-valor de OTP de <i>Aedes aegypti</i> colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	51
---	----

Tabla 4 Coeficientes y R^2 de la función $Y=ax+b$ para la CH y OTP de <i>Aedes aegypti</i> colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017 con las variables meteorológicas.....	52
--	----

Tabla 5 Coeficientes y R^2 de la función $Y=ax+bx^2+c$ para la CH y OTP de <i>Aedes aegypti</i> colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.....	54
--	----

Tabla 6 Coeficientes y p-valores de la función $Y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3$ del primer período de muestreo.....	56
---	----

Tabla 7 Coeficientes y p-valores de la función $Y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3$ del segundo período de muestreo.....	57
--	----

CAPÍTULO IV: ESTADISTICOS VITALES

Tabla 1 Características generales de cada cohorte estacional de <i>Aedes aegypti</i> realizadas en condiciones semi-naturales entre el período 2015 a 2017, en la ciudad de Resistencia (Chaco).....	77
--	----

Tabla 2 Duración de la cohorte de los estados larva y pupa de <i>Aedes aegypti</i> , en días, y temperatura media de la estación climática en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	78
---	----

Tabla 3 Mediana del tiempo de desarrollo en días para los diferentes estadíos larvales y estado pupal de <i>Aedes aegypti</i> , en cada cohorte estacional, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	79
--	----

Tabla 4 Proporción de la mortalidad de las larvas y pupas de <i>Aedes aegypti</i> , en cada cohorte estacional, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	79
--	----

Tabla 5 Porcentaje de mortalidad de cada estadio larval y estado pupal de <i>Aedes aegypti</i> por colonia estacional en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	80
--	----

Tabla 6 Supervivencia de larvas + pupas (Medianas) de <i>Aedes aegypti</i> , por cada cohorte estacional, según sexo que emergió en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	80
---	----

Tabla 7 Adultos de <i>Aedes aegypti</i> emergidos, por sexo y en cada cohorte estacional estudiada en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017...	81
---	----

Tabla 8 Parámetros del modelo $Y = ax+b$. Ordenada (b), pendiente (a) para estimar el umbral térmico de desarrollo de <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	81
--	----

Tabla 9 Duración de la etapa de adulto de <i>Aedes aegypti</i> , a diferentes temperaturas promedio, en cada cohorte estacional en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	82
--	----

Tabla 10 Número de huevos de <i>Aedes aegypti</i> obtenido diariamente en cada cohorte estacional, para la condición con y sin acceso a alimentación azucarada, registrado en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....	83
---	----

Tabla 11 Fecundidad diaria de *Aedes aegypti* en cada cohorte estacional estudiada en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....84

Tabla 12 Longevidad de adultos de *Aedes aegypti* por cada cohorte estacional estudiada en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....84

Tabla 13 Edad reproductiva y expectativa de vida de las hembras de *Aedes aegypti* según condición de ingesta sanguínea en cada cohorte estacional analizada, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....85

Tabla 14 Parámetros poblacionales, suceso de ovipostura y número total de huevos de *Aedes aegypti* puestos por las hembras de cada réplica según condición alimentaria, en cada cohorte estacional, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.....89

CAPÍTULO V: ACTIVIDAD HORARIA DE OVIPOSICIÓN

Tabla 1 Cantidad de huevos de *Aedes aegypti* registrado en trabajos previos.....106

Tabla 2 Resultados de la prueba binomial para comparaciones múltiples entre la ocurrencia de ovipostura de *Aedes aegypti* de cada franja horaria en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período abril 2017 a marzo 2018.....108

Tabla 3 Actividad horaria de oviposición de *Aedes aegypti* y precipitaciones en las diferentes estaciones del año, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período abril 2017 a marzo 2018.....108

RESUMEN

El objetivo general de esta tesis fue contribuir al conocimiento de la bionomía de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia (Chaco), localidad de alto riesgo para la transmisión del virus Dengue. En el presente trabajo fue posible la caracterización de parámetros vitales de *Ae. aegypti* implicados en el incremento población (medido a través del número de huevos y proporción de trampas positivas para la presencia del vector), su patrón de variación estacional, la determinación de variables meteorológicas que influyen en el número de huevos y proporción de trampas positivas (temperatura, precipitación, humedad relativa, presión de vapor de agua) y la selección del rango horario para la oviposición. Estos parámetros fueron obtenidos mediante un muestreo en campo y, en conjunto con la realización de ensayos experimentales en condiciones seminaturales sobre el ciclo de vida abarcando las cuatro estaciones climáticas. El trabajo de campo se llevó a cabo mediante el uso del sistema de ovitrampas, dentro del ejido urbano de la ciudad de Resistencia, con seguimiento semanal de las ovitrampas durante el período abril de 2015 a marzo de 2017. Los ensayos experimentales del ciclo de vida, se desarrollaron en el exterior y lindantes al insectario del Instituto de Medicina Regional, a partir de colonias estacionales y registros diarios de sus estadísticos vitales (condiciones semi-naturales). A partir de larvas colectadas en campo (cementerio municipal) y la formación de una F1, se establecieron colonias en invierno 2015, primavera 2015, otoño 2016, verano 2017 e invierno 2017. Para el ensayo de actividad horaria, cada quince días se colocaban ovitrampas en el campus de la UNNE (Resistencia) activas por 12 horas (8 am a 20 pm) desde abril de 2017 a marzo de 2018. Se priorizó el análisis de asociaciones individuales entre las variables meteorológicas y la actividad de oviposición, que fueron establecidas con tiempos de retrasos de 7 a 35 días previos a la colecta de huevos en las ovitrampas, a fin de abarcar el tiempo de vida ya conocido de las hembras adultas.

En el primer año de muestreo fueron utilizadas 47 ovitrampas entre abril de 2015 a marzo de 2016, período en el que *Ae. aegypti* tuvo una actividad de oviposición continua. A diferencia del segundo año (abril de 2016 a marzo de 2017) donde la actividad se interrumpió durante 7

semanas entre junio y julio de 2017, cuando las temperaturas mínimas oscilaron entre los 3° a 14°C. Estos valores de temperatura son próximos al umbral térmico de desarrollo estimado para larvas y pupa (7,72 °C), y también, al valor promedio de cese de oviposición de los adultos hembra (10 °C). Durante este período se trabajó con 44 ovitrampas debido a reiterados extravíos de las mismas.

Entre las sucesivas semanas estacionales existieron diferencias estadísticamente significativas en el número de huevos colectados ($F=21,91$, $p\text{-valor} = <0,001$) y en la proporción de trampas positivas ($F=27,18$, $p\text{-valor} = <0,001$). La menor actividad de oviposición, registrada tanto con la cantidad de huevos como la proporción de ovitrampas positivas, se detectó entre las últimas dos semanas de junio y primeras de julio, mientras que la mayor actividad se registró entre las últimas de diciembre y primeras de enero.

Durante los meses de diciembre a marzo, *Ae. aegypti* acumularía la mayor actividad de oviposición. En este período, el tiempo de desarrollo de larva hasta pupa presentó un ciclo corto de 8 a 10 días, las hembras adultas llegaron a vivir de 23 a 45 días y ponen en promedio entre 103 a 175 huevos. En cambio, en los meses de mayo a agosto el ciclo de larva a pupa demoró de 18 a 20 días, aunque la longevidad de las hembras llegó a los 60 días, y el promedio de postura fue de 33 a 35 huevos.

Entre las estaciones climáticas existieron diferencias en la mortalidad de larvas y pupas ($H = 9,65$, $p\text{-valor} = 0,022$), siendo mayor en invierno 2015 y en otoño 2016, relacionado con una baja emergencia de las hembras que representó el 14 y 24% respectivamente. Por otro lado, la emergencia de hembras ascendió al 40% para las estaciones de primavera 2015 y verano 2017, atribuible a una supervivencia mayor de los estados de larva y pupa. El conteo individual de los estadios larvales más afectados por la mortalidad fueron larva 1 (LI), 2 (LII) y 3 (LIII).

Las variables meteorológicas como las temperaturas mínimas, máximas, promedio y la presión de vapor de agua tuvieron una asociación positiva y significativa con la actividad de

oviposición ($r_s \geq 0,7$), descripta para todos los tiempos de retraso. Aunque la precipitación estuvo asociada, esta fue baja a moderada ($0,35 \geq r_s \leq 0,6$). La humedad relativa, en cambio, tuvo una disociación significativa baja con tiempos de retraso de 28 a 35 días ($-0,21 \geq r_s \leq -0,26$).

Finalmente, la mayor selección de rango horario de oviposición estaría concentrada en la franja horaria de 16 a 20 hs ($Q = 12,46$, $p\text{-valor} = <0,01$), no obstante, fueron detectados oviposturas en la franja de 8 a 12 hs y 12 a 16 hs, pero con baja frecuencia. Con respecto a las oviposturas registradas en cada franja, las hembras depositaron entre 1 a 4 huevos y pudieron llegar a un máximo de 28 a 39 huevos. El verano fue la única estación que registró oviposturas en las 3 franjas horarias establecidas.

A partir de los resultados obtenidos, las poblaciones de *Aedes aegypti*, de la ciudad de Resistencia (Chaco), tienen la facultad de estar presentes todo el año, con picos de abundancia centrados en verano y comienzo de otoño al poder desarrollar un ciclo rápido y una alta fecundidad que permitiría supeponer generaciones. Por el contrario, en invierno y primavera su ciclo es más prolongado y su baja fecundidad mantendría a la población, pero en una baja abundancia.

ABSTRACT

The general objective of this thesis was to contribute to the knowledge of the bionomics of *Aedes aegypti* in the city of Resistencia (Chaco), a high-risk area for the transmission of the Dengue virus. In this study, it was possible to characterize vital parameters of *Ae. aegypti* involved in population increase (measured through the number of eggs and the proportion of traps positive for the presence of the vector), its seasonal variation pattern, the determination of meteorological variables influencing the number of eggs and proportion of positive traps (temperature, precipitation, relative humidity, water vapor pressure), and the selection of the hourly range for oviposition. These parameters were obtained through field sampling and, in conjunction with experimental trials under semi-natural conditions covering the four climatic

seasons of the life cycle. Fieldwork was carried out using the ovitrap system within the urban area of Resistencia city, with weekly monitoring of ovitraps from april 2015 to march 2017. Experimental trials of the life cycle were conducted outdoors and adjacent to the insectary of the Regional Medicine Institute, using seasonal colonies and daily records of their vital statistics (semi-natural conditions). From larvae collected in the field (municipal cemetery) and the formation of an F1 generation, colonies were established in winter 2015, spring 2015, autumn 2016, summer 2017, and winter 2017. For the hourly activity trial, ovitraps were placed on the UNNE campus (Resistencia) every fifteen days, active for 12 hours (8 am to 8 pm) from april 2017 to march 2018. Individual associations between meteorological variables and oviposition activity were prioritized, established with time delays of 7 to 35 days prior to egg collection in ovitraps, in order to encompass the known lifespan of adult females.

In the first year of sampling, 47 ovitraps were used between april 2015 and march 2016, a period during which *Ae. aegypti* exhibited continuous oviposition activity. In contrast, in the second year (april 2016 to march 2017), oviposition activity was interrupted for 7 weeks between june and july 2017, when minimum temperatures ranged from 3° to 14°C. These temperature values are close to the estimated developmental thermal threshold for larvae and pupae (7.72°C), as well as the average cessation temperature for adult females oviposition (10°C). During this period, 44 ovitraps were used due to repeated losses of the traps.

There were statistically significant differences in the number of eggs collected ($F=21.91$, $p\text{-value} = <0.001$) and the proportion of positive traps ($F=27.18$, $p\text{-value} = <0.001$) among successive seasonal weeks. The lowest oviposition activity, indicated by both the quantity of eggs and the proportion of positive ovitraps, was observed between the last two weeks of june and the first weeks of july, while the highest activity was recorded between the last weeks of december and the first weeks of january.

During the months of december to march, *Ae. aegypti* exhibited the highest oviposition activity. In this period, the larval to pupal development time showed a short cycle of 8 to 10 days, adult females lived for 23 to 45 days on average, and laid between 103 to 175 eggs.

Conversely, in the months of may to august, the larval to pupal cycle took 18 to 20 days, although the longevity of females extended up to 60 days, and the average egg laying was between 33 to 35 eggs.

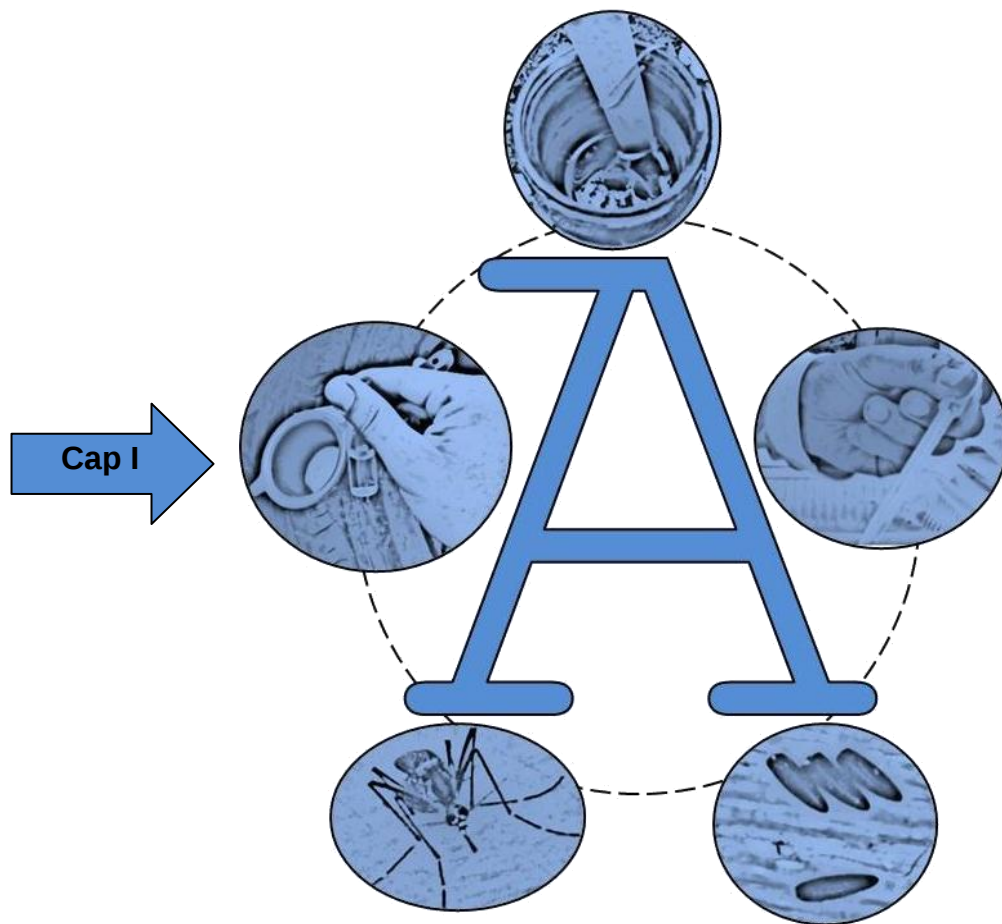
There were differences in larval and pupal mortality among the climatic seasons ($H = 9.65$, $p\text{-value} = 0.022$), with higher mortality observed in winter 2015 and autumn 2016, associated with a low emergence of females representing 14% and 24%, respectively. On the other hand, female emergence rose to 40% for the spring 2015 and summer 2017 seasons, attributed to higher survival rates of larval and pupal stages. The individual count of larval stages most affected by mortality were larva 1 (L1), 2 (L2), and 3 (L3).

Meteorological variables such as minimum, maximum, and average temperatures, as well as water vapor pressure, showed a positive and significant association with oviposition activity ($r_s \geq 0.7$), described for all time delays. Although precipitation was associated, it was low to moderate ($0.35 \geq r_s \leq 0.6$). Relative humidity, on the other hand, had a significantly low dissociation with time delays of 28 to 35 days ($-0.21 \geq r_s \leq -0.26$).

Finally, the highest selection of oviposition time range was concentrated in the time slot from 16 to 20 hours ($Q = 12.46$, $p\text{-value} = <0.01$); however, oviposition was also detected in the time slots of 8 to 12 hours and 12 to 16 hours, albeit with low frequency. Regarding the egg deposition observed in each time slot, females laid between 1 to 4 eggs and could reach a maximum of 28 to 39 eggs. Summer was the only season that recorded egg deposition in all three established time slots.

Based on the results obtained, populations of *Aedes aegypti* in the city of Resistencia (Chaco) have the ability to be present throughout the year, with peaks of abundance centered in summer and early autumn due to their ability to develop a rapid life cycle and high fecundity, allowing for overlapping generations. In contrast, during winter and spring, their cycle is more prolonged, and their low fecundity would maintain the population at a low abundance level.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL



“...y esto que es el Dengue o el Aedes aegypti.”

Agustín

El descubrimiento del papel que juegan los mosquitos en la transmisión de microfilarias, parásitos de la malaria y la fiebre amarilla desencadenaron un impulso en el estudio de estos insectos que se tradujo en el amplio conocimiento que hoy se tiene sobre la biología de las diferentes especies, las descripciones detalladas de la morfología e histología, sus ciclos de vida, de los mecanismos de alimentación de adultos y del comportamiento de oviposición entre otros aspectos (Cansoli y Oliveira 1998, Foratini 2002, Clements 2012, Goddard 2012).

Características generales de Culicidae

Los mosquitos son insectos pertenecientes al orden Diptera y a la familia Culicidae, representada en la actualidad por más de 3500 especies reconocidas pertenecientes a dos subfamilias, Anophelinae y Culicinae, que se distribuyen en las regiones templadas, subtropicales y tropicales del mundo, incluso más allá del Círculo Ártico (Harbach 2013). Son insectos holometábolos, es decir, que pasan por una metamorfosis completa y su ciclo biológico comprende 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. El estado larval se caracteriza además por presentar cuatro estadios larvales distinguibles entre sí por el tamaño y morfología.

Ciclo de vida

Los mosquitos son organismos con alto potencial reproductivo y rápido desarrollo de su ciclo de vida, habilidades que le aseguran un incremento poblacional explosivo (Forattini 2002). La duración del ciclo obedece a variaciones específicas de cada especie y a las condiciones ambientales presentes en el hábitat larval.

Los adultos son aeroterrestres y los estados inmaduros son acuáticos, es decir, requieren de la utilización de dos ecotopos diferentes para completar su ciclo de vida. Por un lado, el crecimiento y desarrollo se realiza en el medio acuático, y, por el otro, la reproducción y dispersión activa en medio terrestre (Foratini 2002).

La eclosión del huevo da lugar al primer estadio de larva (LI), esta con 3 sucesivas mudas o ecdisis conducen al segundo (LII), tercero (LIII) y cuarto (LIV) estadio larval respectivamente. Una cuarta muda da origen a la pupa. De la pupa con el tiempo emerge el imago o adulto.

El encuentro entre machos y hembras, la cópula y la fecundación de hembras, junto con la posterior ingesta de sangre, selección del hábitat larval y posterior oviposición completan el ciclo (Figura 1).

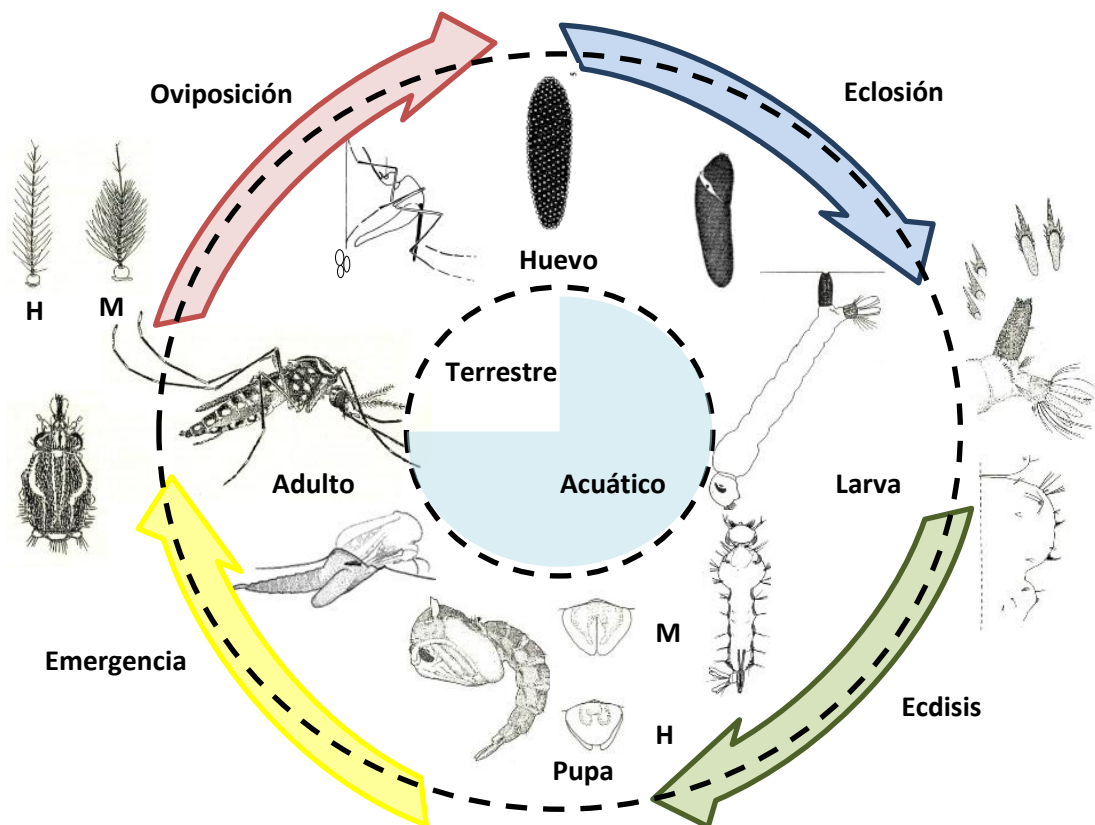


Figura 1. Ciclo de vida y características generales de los estados de *Aedes aegypti*. M: Macho. H: Hembra. Las imágenes son extraídas y modificadas de Christopher 1960 (confección del ciclo elaboración propia).

Morfología de Culicidae

Huevo: Los huevos de los mosquitos son elípticos u ovalados, a menudo con un lado plano o incluso algo cóncavo opuesto al lado convexo. En general, cuando se ven en sección

transversal, tienen un contorno circular o elíptico. El corion o “cáscara” es impermeable y suele tener ornamentaciones que ayudan en la identificación específica. En el extremo anterior del huevo hay un orificio conocido como la micrópila, a través del cual pasa el espermatozoide para fertilizar al óvulo (Consoli y Oliveira 1994). En el caso de los anofelinos, una estrecha porción longitudinal del corion lateral contiene una cámara de aire que impiden que los huevos se sumerjan y es conocida como flotadores (Consoli y Oliveira 1994, Becker et al. 2020). En especies del género *Culex*, el polo anterior de cada huevo, tiene una corola en forma de taza con el interior hidrófila en contacto con el agua, mientras que, la superficie exterior es hidrófoba (Forattini 2002, Becker et al. 2020).

Larva: Su cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen, siendo los dos primeros de aspecto más globoso, en cuanto al abdomen es un semicilindro formado por nueve segmentos. La larva posee cerdas distribuidas simétricamente en todo el cuerpo. Su cabeza está esclerotizada, posee un par de antenas, un par de ojos compuestos y 1 a 5 grupos de ocelos laterales; su aparato bucal es masticador-raspador. En el segmento 8 del abdomen se inserta el sifón respiratorio dónde terminan los orificios espiraculares (Culicinae). Los anofelinos no presentan sifón respiratorio y los orificios espiraculares se ubican dorsales al segmento. Los segmentos abdominales suelen presentar estructuras esclerotizadas (Consoli y Oliveira 1994).

Pupa: Su cuerpo está organizado en dos porciones, un cefalotórax y el abdomen. En el cefalotórax se ubican las trompetas respiratorias y en el segmento 8 del abdomen se ubican un par de paletas natatorias (Consoli y Oliveira 1994). En la tribu Mansoniini las trompetas respiratorias se han modificado para perforar los tejidos vegetales (Becker et al. 2020).

Adulto: son insectos pequeños de alrededor de 0,5 cm de envergadura, con patas largas y figura delgada. En su cuerpo pueden distinguirse, una cabeza que alberga los principales órganos de los sentidos, un tórax con apéndices especializados para la locomoción y un abdomen que contienen los aparatos digestivo, excretor y reproductivo. La cabeza es globosa siendo mayormente ocupada por los ojos compuestos de manera antero-lateral, las antenas son de tipo filiformes compuestos por 15 a 16 segmentos, lo que los hace perteneciente al grupo de los nematocerca. Las antenas se encuentran recubiertas por pelos que en los machos son más numerosos y alargados dando el aspecto de plumoso (Consoli y Oliveira 1994).

El aparato bucal denominado trompa o probóscide se ubica debajo del clípeo, en los machos es de tipo chupador de cuatro estiletes y en las hembras es chupador-picador de seis estiletes (Almirón y Rossi 2002, Consoli y Oliveira 1994). En las hembras el aparato bucal se encuentra formado por un par de maxilas, un par de mandíbulas, hipofaringe y labro alojados en el labio de forma de un estuche acanalado (Consoli y Oliveira 1994). En ambos lados de la probóscide se encuentra los palpos maxilares que son más largos en los machos que en las hembras (aunque hay excepciones en algunas tribus de la subfamilia Culicinae donde tanto en machos como en hembras son cortos) (Almirón y Rossi 2002), a excepción de las hembras de la subfamilia Anophelinae que también son largos como los de los machos (Consoli y Oliveira 1994). En la tribu Toxorhynchitini la trompa es curva hacia abajo (Forattini 2002).

Las alas presentan escamas en diferente cantidad y aspecto alrededor de las venas y en el contorno. La escamación en las venas tienen importancia taxanómica siendo las más importantes las costal, subcostal, radial, medianas, cubital y anal. En Anophelinae en la venación se intercalan escamas claras con escamas oscuras que le dan diseños y patrones característicos (Consoli y Oliveira 1994, Forattini 2002).

Biología de Culicidae

Huevos: las hembras de los mosquitos tienen la capacidad para oviponer entre 50 a 500 huevos que pueden ser ubicados directamente en la superficie del agua, como en el caso de las especies de los géneros *Anopheles* y *Culex*; por fuera del medio líquido o cercano a éste adheridos a un sustrato como tierra húmeda, hueco de árbol o recipiente artificial, para el caso de los géneros *Aedes* y *Psorophora* sobre la vegetación acuática por debajo de la superficie del agua como en el género *Mansonia*. A su vez, el modo de postura de huevos puede ser de manera aislada (*Anopheles* y *Aedes*) o agrupados (*Culex* y *Mansonia*) (Forattini 2002). Cuando son colocados de manera agrupada como en el caso del género *Culex* estos adoptan la forma de una balsa o bote, en donde el extremo del huevo en contacto con el agua es hidrofílico (Becker et al. 2020). En cambio en el género *Anopheles* el exocorion del huevo forma una expansión estrecha y longitudinal denominada flotadores (Consoli y Oliveira 1994).

El tiempo de desarrollo de los embriones puede oscilar entre 1 y 5 días: para los géneros *Aedes* y *Psorophora* 5 días, para *Mansonia* 4, *Anopheles* 2 y *Culex* de 1 a 2. Los mosquitos pueden clasificarse según el momento en que ocurre la eclosión del huevo: aquellas especies donde el huevo eclosiona inmediatamente al término del desarrollo embrionario como las pertenecientes a los géneros *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Uranotaenia*, *Toxorhynchites* y *Wyeomyia*; y aquellas que presentan un período de dormancia que sucede al desarrollo embrionario y antecede a la eclosión, como ocurre en *Aedes* y *Psorophora* (Clements 1992, Forattini 2002, Crans 2004).

Entre los mecanismos de dormancia se encuentra la diapausa que es un proceso fisiológico determinado genéticamente y la quiescencia que es el detenimiento del desarrollo hasta el advenimiento de las condiciones favorables, es decir mediada por el ambiente. En la quiescencia el embrión luego de completar su desarrollo no emerge del huevo si las condiciones ambientales son adversas y una vez restablecidas las condiciones favorables, continúa su desarrollo. Durante la quiescencia el metabolismo se vuelve más lento, no existe un control endógeno y mucho menos una regulación hormonal. Como se ha dicho es una

respuesta a cambios ambientales de variables como baja húmeda o altas temperaturas (Araujo Diniz et al. 2017). En cambio, la diapausa es una estrategia de supervivencia estacional, es una detención programada del desarrollo y tiene un período fijo de latencia que debe ser completado antes de reanudar su desarrollo (Denlinger y Armbruster 2014). Está mediada por hormonas, cambios en el fotoperíodo y descenso progresivo de la temperatura (Araujo Diniz et al. 2017).

Luego del período de desarrollo embrionario, los huevos de la tribu Aedini tienen la capacidad de resistir a la desecación y tolerar la falta de humedad hasta por un año, característica que resulta posible por la presencia de las tres capas que presenta el huevo: el exocorion, el endocorion y la cutícula serosa (Forattini 2002, Araujo Diniz et al. 2017). Especies del género *Aedes* también han desarrollado un sofisticado patrón de eclosión como adaptación directa a las fluctuaciones ambientales que puedan presentar sus sitios de cría. En general, al tratarse de cuerpos de agua temporales, la permanencia del agua en el criadero, la disminución del oxígeno disuelto y ciertos rangos de temperatura, particulares para cada especie, son un requisito previo para la eclosión y desarrollo de las larvas (Becker et al. 2020). Es lo que se denomina la eclosión “a plazos”, fenómeno que ocurre cuando al ser expuestos a condiciones microclimáticas similares, los huevos de un mismo lote de puesta no eclosionan de manera uniforme (Campos y Sy 2004, Becker et al. 2020).

Larvas: son de vida libre, se ubican en la interfase agua-aire para respirar aire atmosférico a partir de su sifón respiratorio (Culicinae). En el caso de los anofelinos las larvas se colocan en posición horizontal, por la ausencia de sifón, mientras que los culicinos y aedinos lo hacen de manera oblicua o perpendicular a la superficie del agua (Forattini 2002, Becker et al. 2020). En los mansoninos, las larvas permanecen sumergidas y adheridos a la vegetación acuática por sus sifones respirando a partir de los aerénquimas (Becker et al. 2020). La mayoría de las larvas se alimentan de microorganismos como bacterias, algas, hongos, protozoarios y detritos orgánicos de origen animal y vegetal. Sobre la base de su

comportamiento alimentario, pueden clasificarse en filtradoras, raspadoras, mordedoras y predadoras. Como ejemplos de filtradoras tenemos a los géneros *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Coquillettidia*, como raspadoras algunas especies de *Aedes* y como mordedoras algunos representantes de *Culiseta*, *Culex* y *Aedes*. Larvas predadoras se encuentran en el género *Toxorhynchites*, algunas especies del género *Psorophora* y en algunos Sabethini (Forattini 2002, Becker et al. 2020).

Pupas: a diferencia de otras pupas de insectos, la de los culícidos es móvil y de locomoción rápida. Durante este estado no se alimenta y ocurren profundos cambios anatómicos para la formación del adulto. Las pupas macho son generalmente más pequeños que las hembras y los adultos suelen emerger antes (Forattini 2002, Becker et al. 2020).

Adultos: Los mosquitos suelen ubicarse próximos a los sitios de desarrollo larval. Pasan la mayor parte del tiempo refugiados, en sitios con vegetación con baja intensidad de luz y elevada humedad (Forattini 2002). Luego de la emergencia, generalmente procuran lugares húmedos y sin corrientes de aire, donde puedan permanecer en reposo, tales como arbustos, hojas, raíces y troncos huecos; también pueden ser encontrados debajo de piedras, en cavernas, excavaciones o puentes. Las hembras, luego de ingerir sangre, procuran un refugio donde descansar, así, ciertas especies tienden a permanecer en las habitaciones, mientras que otras permanecen en el exterior. La tendencia a frecuentar la vivienda humana, se denomina domesticidad; este hábito varía mucho con las especies (Clements 1992, Forattini 2002).

Los mosquitos pueden ser clasificados, de acuerdo al período en que se muestran activos, en diurnos, crepusculares y nocturnos, relacionados con el efecto que causa en ellos la luz. Cuando se habla de período de actividad se hace referencia mayoritariamente al período de hematofagia, es decir, de alimentación sanguínea por parte de las hembras. En la primera categoría se pueden incluir los Sabethini y algunos *Aedes* y *Psorophora*, en tanto que la

mayoría de *Anopheles* y *Culex*, pueden ser citados como ejemplos de las otras dos (Forattini 2002). A excepción de la tribu Toxorhynchitini en la que tanto machos como hembras sólo se alimentan de jugos vegetales, la mayoría de las hembras de los restantes grupos ingieren sangre; sin embargo, los adultos de ambos sexos se alimentan también de jugos y néctar de vegetales. Cuando una especie manifiesta preferencia por picar al hombre y convive con él, se dice que es una especie antropofílica domiciliaria. Por el contrario, cuando la especie prefiere picar animales y no tiene tendencia a frecuentar el domicilio se denomina zoofílica extradomiciliaria. No existen valores absolutos para estos comportamientos y comúnmente son especies que tienen en mayor o menor grado antropofilia y zoofilia. Con pocas excepciones, las hembras de Culicidae necesitan una comida sanguínea antes de la maduración de los huevos; sin embargo, son conocidos ciertos casos en los cuales la ausencia de sangre, no impide el desarrollo de los ovarios y subsiguiente oviposición, dándose el nombre de autogenia a este fenómeno; se aplica el de anautogenia para el caso contrario (Clements 1992, Forattini 2002). La longevidad de los mosquitos adultos está sujeta a condiciones climáticas y numerosos eventos azarosos a los que están expuestos en la naturaleza; también está relacionada con el sexo, en todos los casos las hembras son más longevas que los machos (Forattini 2002, Becker et al. 2020). Pueden llegar a vivir hasta 30 días en regiones templadas y en regiones tropicales puede reducirse a 21 o 14 días (Forattini 2002). Para el caso de *Ae. albifasciatus* se estimó la longevidad de las hembras en campo entre los 35 y 50 días (Ludueña Almeida & Gorla 1995). *Anopheles gambiae*, al habitar en el interior de una vivienda la longevidad puede oscilar entre 7,29 a 17,48 días para la estación seca y estación lluviosa respectivamente en Minna (Nigeria) (Olayemi et al. 2011). Las hembras de *Ae. aegypti* en regiones subtropicales, pueden llegar a una longevidad promedio de 11,45 a 57,87 días durante otoño-invierno (Tejerina et al. 2009), mientras que, para regiones templadas pueden llegar a 37 días durante el verano (Muttis et al. 2018).

La cópula puede ocurrir en vuelo, los machos forman un enjambre al cual las hembras son atraídas y luego es tomada por uno de ellos (Becker et al. 2020), como ocurre en la especie *Ae. albifasciatus*. Por otro lado, ha sido documentada la cópula en ambientes

confinados o sobre la superficie independiente de la formación de enjambre para los géneros *Aedes* y *Coquillettidia* (Forattini 2002).

Para el caso de *Aedes aegypti* la cópula es de manera individual próximo a los sitios de cría donde emergen los adultos y en proximidad de sus hospedadores al estar en el interior de la vivienda (Chadee 2013).

***Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus)**

Aedes aegypti pertenece a la subfamilia Culicinae y a la tribu Aedini. La tribu Aedini está conformada por 81 géneros y 52 subgéneros perteneciendo *Ae. aegypti* al subgénero *Stegomyia* Theobald (Harbach 2013).

Huevo: Son pequeños de color blanquecino al momento de la postura y luego de 24hs o 48hs de ovipuestos adquieren un color negruzco, son ovalados lo que les da una forma de torpedo (Figura 2). Su longitud promedio es de 0,664 mm (0,624-0,704 mm), su ancho es 0,170 mm (0,144-0,192 mm) y su peso es de aproximadamente 0,0113 mg (0,0109-0,0117 mg) (Christopher 1960). Los huevos de *Ae. aegypti* que son depositados en la cara interna de los recipientes artificiales y naturales (fitotelmata), por encima del nivel del agua, pueden resistir la desecación hasta un año (Estrada-Franco y Craig 1995, OPS 1995).

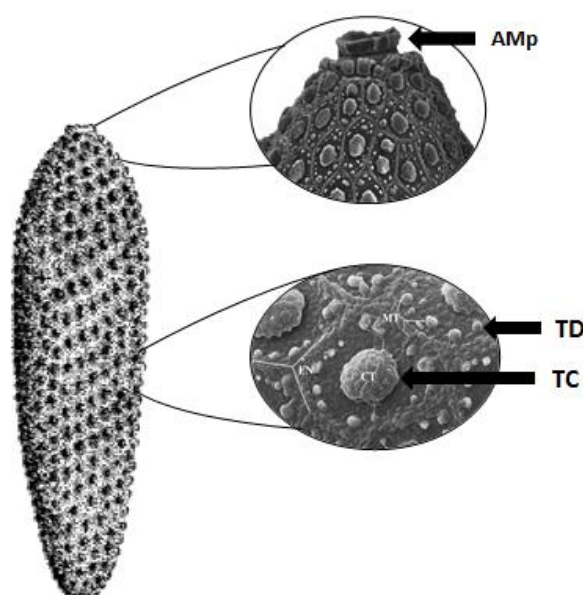


Figura 2. Estructura externa del huevo de *Aedes aegypti*. AMP: Aparato micropilar. TC: Tubérculo central. TD: Tubérculo diminuto. Extraído y modificado de Christopher 1960 y de Faull y Williams 2016.

Larva: La larva de *Ae. aegypti* puede reconocerse de las demás especies del género por la presencia de espinas torácicas lo que resulta en uno de los caracteres más distintivos de este estado (Christopher 1960). Como el resto de las especies del género, posee un sifón con un par de cerdas (1-S), las espinas del peine del segmento abdominal VIII están dispuestas en una hilera en número menor a 10 y poseen un diente medio y dientes laterales desarrollados, y junto a la cerda 7-C de la cabeza que es simple (Figura 3), se utilizan como características que la distingue de *Ae. albopictus*, siendo ambas especies muy similares morfológicamente y que pueden encontrarse en los mismos hábitats larvales.

Las larvas de *Ae. aegypti*, son de forma cilíndrica y alargada de color blanquecino, con marcada esclerotización del sifón y de la cápsula cefálica. Su longitud puede variar de 1 a 7 mm dependiendo del estadio en el que se encuentre. La cabeza es de apariencia globular, las antenas cilíndricas y lisas, mucho más reducidas que las de otras larvas de culicinos.

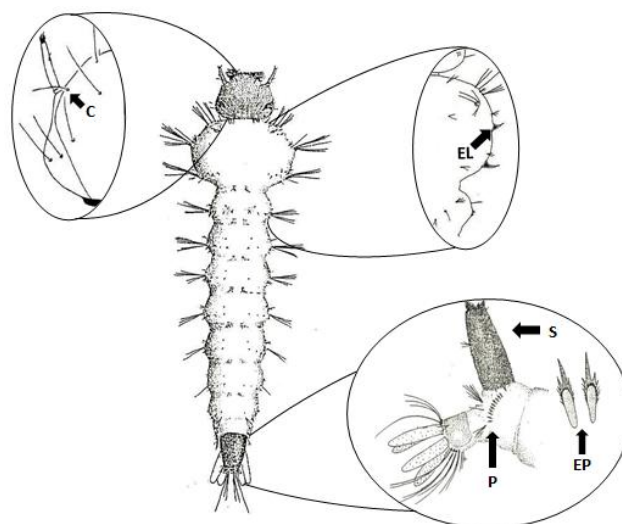


Figura 3. Anatomía externa de la larva de *Aedes aegypti*. C: Cerda 7. EL: Espinas laterales. S: Sifón. P: Peine. EP: Espina del peine. Extraído y modificado de Christopher 1960.

Pupa: En los machos, los lóbulos genitales son relativamente largos y forman proyecciones cónicas, y presentan una profunda fisura mediana en el hipoginio que se extiende

casi hasta sus bases, a diferencia de las hembras que son menos notorios (Christopher 1960). Su longitud oscila entre 1,45 a 3 mm. En general la apariencia de la pupa de *Ae. aegypti* es similar a otros culicinos (Figura 4), pero se diferencia de los anofelinos en que tiene un cuerpo más redondeado y trompetas respiratorias cortas y cilíndricas (Christopher 1960).

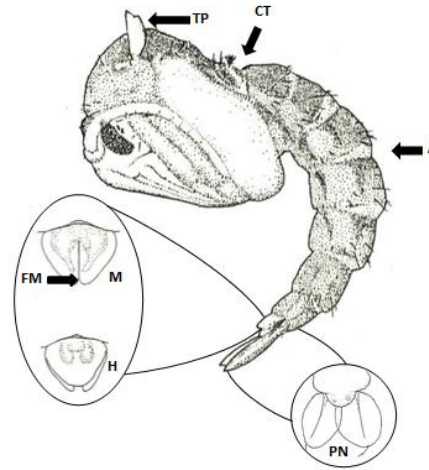


Figura 4. Anatomía externa de la pupa de *Aedes aegypti*. TP: Trompeta. CT: Cefalotorax. A: Abdomen. FM: Fisura Medial. M: Macho. H: Hembra. PN: Paleta natatoria. Extraído y modificado de Christopher 1960.

Adulto: El adulto presenta una coloración general castaño oscuro. Su longitud puede oscilar entre 3 y 5 mm. En el tórax presenta escamas blanco-plateadas, que forman un diseño en forma de “lira”; las patas presentan anillos de escamas blanco-plateadas en las articulaciones (Almirón y Rossi 2002). Los palpos maxilares de las hembras presentan conjuntos de elementos claros, mientras que el clípeo tiene dos manchones de escamas plateadas (Figura 5).

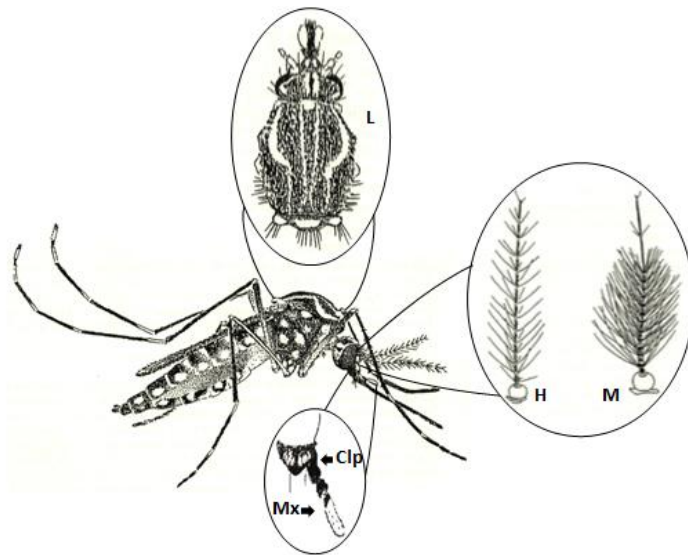


Figura 5. Anatomía externa del adulto de *Aedes aegypti*. L: Lira. H: Hembra. M: Macho. Clp: Clipeo. Mx: palpos maxilares. Extraído y modificado de Christopher 1960.

Hábitats larvales

Originalmente *Ae. aegypti* habitaba los huecos de árboles en África, pero a mediados del siglo XV y hasta principios del S. XIX el transporte pasivo, a través de las embarcaciones, jugó un rol en su dispersión, ubicándose en regiones de climas tropicales y subtropicales de América (Uribe 1983, Slosek 1986) y otros continentes. Luego, la moderna sociedad industrial proveyó abundantes hábitats artificiales a los que se adaptaron estos mosquitos y a los que utilizaron como criaderos para mantener sus poblaciones (Uribe 1983). En Argentina, *Ae. aegypti* ha sido encontrada tanto en hábitats naturales como artificiales. En relación a los primeros se los halló en las axilas de Araceae y Bromeliaceae (Campos et al. 2011, Stein et al. 2013, Veggiani Aybar y Rossi 2017, Apumaita et al. 2018, Boccia et al. 2018) y huecos de árboles de las familias de Rutaceae, Fabaceae, Moraceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Lythraceae y Anacardiaceae (Mangudo et al. 2011, 2015). Las partes del árbol donde preferentemente se establecen los inmaduros son en la inserción de las ramas y en huecos producidos por la putrefacción de la corteza (Mangudo et al. 2011, 2015). Con respecto a su hallazgo en hábitats artificiales existen numerosas investigaciones que reportan su presencia en una gran variedad de éstos, hallados en diferentes espacios del ambiente urbano: viviendas (Almirón y Ludeña-Almeida 1998, Augier 1998, Almirón y Asis 2000, Oria et al 2002, Stein y

Oria 2002, Zarate et al. 2014, Santini y Leporace 2017, Alonso 2020), cementerios (García et al. 2002, Vezzani y Schweigmann 2002, Albicoco y Vezzani 2009, Alonso 2020) y gomerías (Almirón y Ludeña-Almeida 1998, Rubio et al. 2011, Díaz-Nieto et al. 2013, Diez et al. 2014, Zanotti et al. 2015, Lizuain et al. 2019, Alonso 2020).

Los sistemas de drenajes de agua de lluvia como las bocas de tormentas y los canales de desagüe, son un componente de las áreas urbanas y sirven como hábitats de producción importante para mosquitos (Wang et al. 2021). En diferentes ciudades de América, ha sido detectada la presencia de *Ae. aegypti* en estos hábitats criando en una gran variedad de condiciones (Rey et al. 2006, Arana-Guardia et al. 2014, Paploski et al. 2016, Chandrasiri et al. 2019). En áreas urbanas de México y Brasil, representan importantes criaderos (Marique-Saide et al. 2013) y también zonas de reposo de los adultos (Paploski et al. 2016, Lima Sousa et al. 2017).

A nivel global la distribución de *Ae. aegypti* está directamente relacionada con las temperaturas mínimas, máximas y las precipitaciones (Kraemer et al. 2015, Laporta et al. 2023); concentrándose entre los trópicos y subtrópicos en relación al grado de urbanización y la presencia de cobertura vegetal (Kraemer et al. 2015). En zonas donde las temperaturas mínimas exceden los 10° C, las máximas oscilen entre los 18° a 37° C y las precipitaciones asciendan por encima de los 10 mm a 280 mm o más las probabilidades de ocurrencias del vector son altas (Laporta et al. 2023)

Hábitats de adultos

Para las hembras de *Ae. aegypti* los hogares aportan la fuente primaria de alimento para la maduración de huevos, refugios de descanso próximo a los hospedadores y los sitios de cría donde oviponer (Chadee y Corbet 1990, Chadee y Corbert 1991, Chadee y Gilles 2013).

Las viviendas se caracterizan por presentar condiciones ambientales más o menos estables y disponibilidad de recursos para el establecimiento de estos insectos, además de

ofrecer refugios como árboles, arbustos y césped que caracterizan a los paisajes urbanos y suburbanos (Robinson 2005).

Se conoce que *Ae. aegypti* es una especie fundamentalmente antropofílica, de allí que numerosos estudios relacionados con el ciclo de búsqueda, sobrevuelo y picadura del hospedador, se centran en el ambiente domiciliario (Chadee 1988, Almirón y Ludueña-Almeida 1998, Chadee y Martínez 2000, Domínguez y Lagos 2001, Diez et al. 2011, Casas-Martínez et al. 2013, Chadee y Gilles 2014, Carrizo Páez et al. 2016) y peridomiciliario (Chadee 1988, Almirón y Ludueña-Almeida 1998, Chadee y Martínez 2000, Casas-Martínez et al. 2013, Chadee y Gilles 2014, Smith et al. 2018). En el interior de la vivienda, *Ae. aegypti* se distribuye en el dormitorio, la cocina, la sala de estar y el baño (Chadee y Corbet 1990, Dibo et al. 2005, Chadee et al. 2013), mientras que, en el exterior de una casa u otro sitio, se ubican próximo o sobre los criaderos (Diez et al. 2011, Carrizo Páez et al. 2016) y en la vegetación lindante de la vivienda (Somerén et al. 1958, Tessedale 1959).

Importancia sanitaria

Aedes aegypti es el reconocido vector de fiebre amarilla urbana, dengue, Zika y chikungunya. Presenta una amplia distribución geográfica encontrándose tanto en regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo. Desde su introducción en América en el Siglo XV logró dispersarse ampliamente encontrándose a principios del S. XX desde el sur de los EEUU hasta Argentina. En 1947, Brasil que contaba con una amplia experiencia recurrente en epidemias de fiebre amarilla, propuso a la Organización Panamericana de la Salud emprender una campaña de erradicación en el hemisferio Occidental (Slosek 1983, Uribe 1983). Esto fue seguido por una campaña contundente y bien organizada para erradicar el mosquito de América aunque presentó ciertos altibajos (Uribe 1983).

En Argentina, la campaña la realizó el Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública de la Nación, con personal de la Dirección de Paludismo y Fiebre Amarilla entre 1955 y 1963. A

partir de la información epidemiológica existente se determinó el área infestada del país, luego se procedió a realizar la encuesta entomológica en criaderos domiciliarios y tratamiento con DDT 3%. Finalmente se realizaron 3 encuestas entomológicas consecutivas para verificar la ausencia del vector (Ousset et al. 1967).

Años más tarde las acciones de control se abandonaron, y en 1986 la presencia del vector fue registrada nuevamente en las ciudades de Posadas, Puerto Iguazú (Misiones), Puerto Pilcomayo y Clorinda (Formosa) (Curto et al. 2002). Actualmente está instalada en todo el norte y centro del país, distribuida no solo en clima subtropical sino también templado. Se han descripto hallazgos en provincias como La Pampa, Mendoza, San Juan, Neuquén y Río Negro. Sin embargo, su registro más austral corresponde a la localidad de Bahía Blanca de la provincia de Buenos Aires (Vezzani & Carbajo 2008, Grech et al. 2012, Díaz-Nieto et al. 2013, Zanolli et al. 2015, Carrizo-Paez et al. 2016, Rubio et al. 2020, Vezzani et al. 2023). Durante el año 2023 en esta localidad, se documentó el establecimiento de las poblaciones del vector durante las estaciones de verano y otoño (Vezanni et al. 2023). Este proceso de establecimiento o colonización habría comenzado a partir del año 2016, con los primeros registros de la actividad de oviposición y colecta de especímenes en diferentes zonas de la ciudad (Rozas Dennis y Damiani 2023).

En relación a la fiebre amarilla urbana, de la que se conociera su rol en la transmisión en 1901, se produjeron muchas epidemias que se iniciaron en Cuba y Panamá (Slosek 1983) extendiéndose a América del Sur (Soper 1963). En 1928 la fiebre amarilla reaparece en Río de Janeiro y al año siguiente es reportada en Colombia y Venezuela (Slosek 1983).

En Argentina, el registro histórico más antiguo de fiebre amarilla urbana data de los años 1852 y 1858, los cuales estaban asociados a barcos comerciales que provenían de zonas endémicas de Brasil (Lazzarino 2021). En 1871, en la ciudad de Buenos Aires, se produjo una epidemia que provocó el colapso del sistema sanitario de la época, ocasionando el fallecimiento del 7,26 % de la población (26.200 habitantes) que vivía en la ciudad; esta

epidemia fue precedida poco tiempo antes por otra en la provincia de Corrientes con 2.000 muertos (Sacchetti y Rovere 2007, Lazzarino 2021).

Con respecto al dengue, los primeros brotes son registrados en América Central en 1963. Ya a partir de 1975 se extendió a América del Sur y entre los años 1981 a 1989 se extendió a toda la región (Torres 1998).

Luego de la reintroducción de *Ae. aegypti* en Argentina, el primer caso aislado de dengue fue detectado durante 1997 en la provincia de Salta (Áviles et al. 1999), volviéndose una epidemia al año siguiente (Áviles 2000). Dos años después, en Misiones, Formosa y Jujuy se produce otra epidemia que afectó a 294 personas (Áviles et al. 2003). Desde 1998 a 2007 la mayoría de los casos reportados se concentraron en Salta, Formosa y Misiones (Boletín Epidemiológico Nacional 2001, 2003); en conjunto con otras provincias del Nordeste se dio la circulación sucesiva de DEN-1, DEN-2 y DEN-3 (Seijo 2009).

Durante marzo de 2009, en Bolivia, se desarrolló la mayor epidemia registrada hasta ese entonces según la Organización Mundial de la Salud, la cual se extendió al centro de nuestro país (Bernardini-Zambrini 2011). En la provincia de Chaco, fueron notificados 11.035 casos que representaron el 40,9% del total registrado en el país (BEN 2009).

En Argentina, los reportes de casos autóctonos de dengue registrados por departamento se han incrementado en las últimas décadas de 1,2% (1991-2001) a 19,5% (2001-2011) (Carbajo et al. 2012). En el 2016, Argentina sufre nuevamente una epidemia de dengue de los cuales el 52,7% se produjeron en la provincia de Misiones. En esa epidemia, Chaco registró alrededor de 2.765 Casos (BEN 2016).

En 2020 Argentina vuelve a sufrir otra epidemia mayor a su predecesora con un total de 59.383 casos registrado a nivel país, en la cual la provincia de Chaco notificó 3.388 (BEN 2020).

Durante las epidemias de dengue de 2009, 2016 y 2020 la mayor cantidad de casos se concentraron entre los meses de enero hasta finales de mayo. En el 2016, la tasa de

notificación de casos cada 10.000 hab. en el mes de febrero en el Departamento San Fernando (siendo Resistencia ciudad cabecera) fue de 22,1, en comparación con 2009 que registró una tasa de 7,2 entre enero y mayo (BEN 2009, BEN 2016). En el año 2018, se registraron 592 casos confirmados entre las SE1-38 (primera de enero y tercera del mes de septiembre), extendiéndose el período epidémico en relación a los años anteriores (BEN 2018).

En el año 2023, se registraron en Argentina 139.946 casos de dengue, de los cuales, la provincia de Chaco confirmó 17.473 casos y representó el 76,7% del reportado para todo el Nordeste argentino (NEA). En Chaco, el 99% de los casos fueron de origen autóctono con la circulación de los serotipos DEN 1 (en su mayoría) y DEN 2 (BEN 2023). Durante este año hubo circulación sostenida en la provincia, en invierno se registró en promedio 252 casos entre la SE 25 a SE 35 (Figura 6 A). El grupo etario de 25 a 65 años concentró el 59,6% de los registros (datos.gob.ar 2024).

Entre las semanas epidemiológicas 1 y 33 del año 2024, se reportaron un total de 566.610 casos de dengue, para la provincia de Chaco se registró un total de 21.602 casos (BEN 2024). Autoridades sanitarias confirman la persistencia de transmisión de dengue en el departamento de San Fernando (BEN 2024, datos.gob.ar 2024).

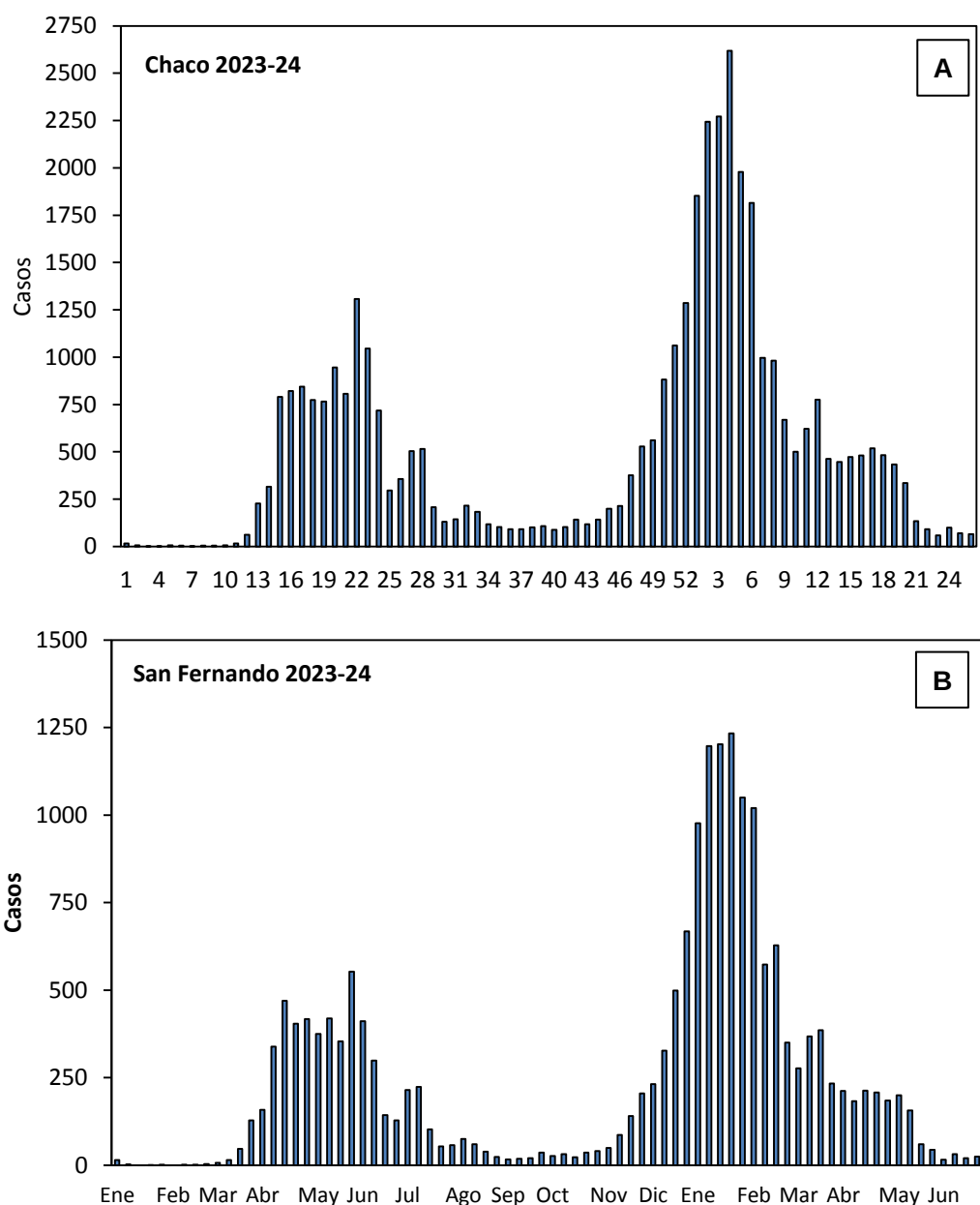


Figura 6. Notificaciones de casos de dengue durante el período 2023 y 2024. A) Provincia de Chaco. B) Departamento de San Fernando.

Los virus Zika y chikungunya en Argentina

La introducción de dos nuevos patógenos de importancia sanitaria transmitidos por *Ae. aegypti* al continente americano: el virus chikungunya y el virus Zika (OPS, 2016), ha generado una nueva problemática en salud pública. Nuestro país registró los primeros casos por virus chikungunya en la provincia de Salta en el 2016 y se registraron dos muertes por virus Zika entre noviembre de 2016 y 2017. A principios de 2017 se produjo la primera epidemia por Zika

en El Sauzalito (noroeste de la provincia de Chaco) y un caso para la localidad de Juan José Castelli, también provincia de Chaco (BEN 2017).

Con respecto a la fiebre chikungunya, en el año 2023 se registró un total de 2.354 a nivel nacional y la provincia de Chaco notificó 79 casos que representando 7% del total registrado para el NEA (BEN 2023).

Implicancia de los estudios biológicos en el conocimiento de las enfermedades vectoriales

A pesar de disponer de una basta información referente a *Ae. aegypti* en Argentina, en muchos casos, están orientados a describir y evaluar la calidad de los sitios de cría, como forma básica para determinar la presencia y dinámica poblacional del vector (Schweigmann 2016). En el NEA, mucho del conocimiento que se tiene al respecto, derivan de los Índices Aédicos, que han sido considerados de gran valor a la hora de establecer medidas de saneamiento ambiental y/o control vectorial; es decir, contestando el interrogante “¿En dónde actuar?” para evitar la propagación de un brote de dengue.

En el Chaco se ha descripto que *Ae. aegypti* establece cambios en las preferencias de hábitats larvales, en las abundancias de inmaduros, como así también, en las posibles asociaciones con otros culícidos en las diferentes estaciones climáticas (Stein y Oria 2002, Stein et al. 2002, Oria 2003), pero este conocimiento surge a partir de estudios de focos. Por ello, el desarrollo de estudios de corte longitudinal o monitoreo entomológico anual podría responder preguntas como “¿El vector es capaz de estar presente todo el año?” “¿En qué momento del año es recomendable aplicar un determinado método de manejo integral?” “¿Cuáles podrían ser las variables influyentes en el incremento de las poblaciones y, por ende, en el potencial aumento de casos de dengue?”.

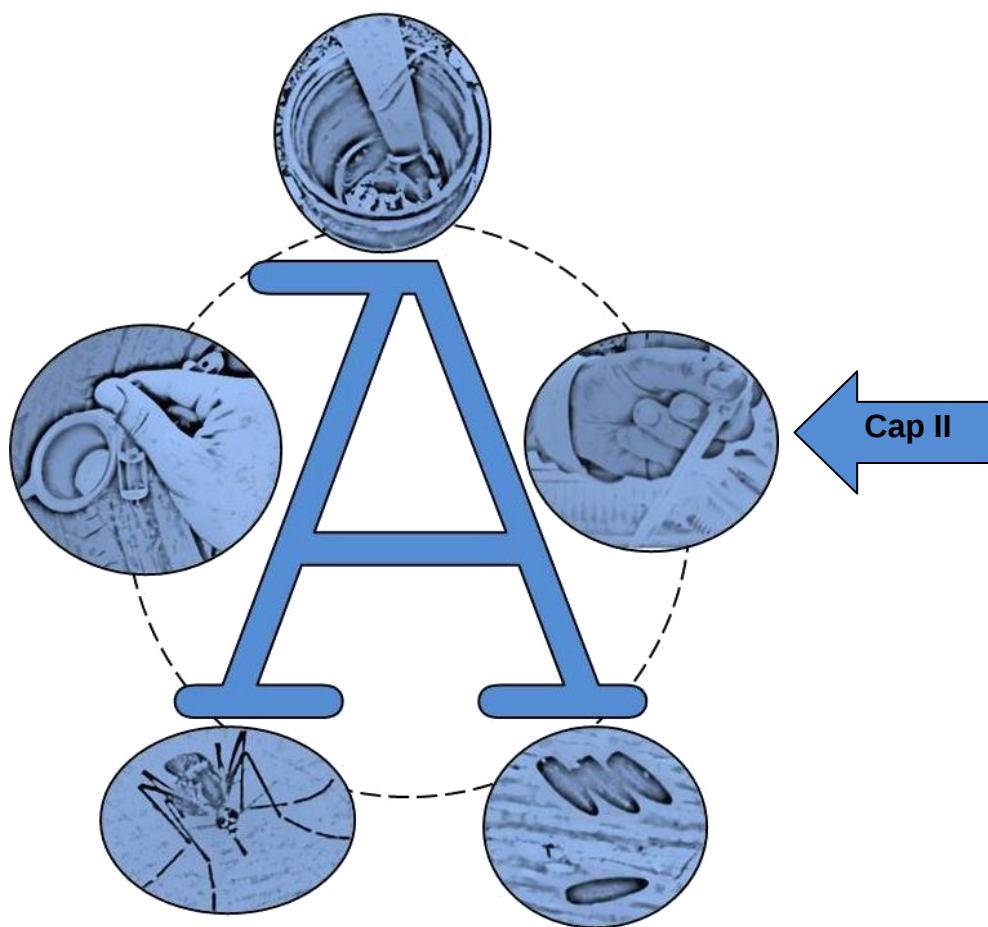
En un estudio experimental realizado en la ciudad de Resistencia, se ha comprobado que durante la exposición a la estación invernal o estación seca, el estado de huevo tiene un riesgo

de mortalidad superior al 40% a temperaturas de 15,9° a 16,12°C y con una humedad relativa promedio de 76,35%. Sin embargo, de aquellos huevos que sobreviven a la exposición invernal, el 99% es capaz de eclosionar y volver a colonizar los criaderos (Giménez et al. 2015). Aunque este estudio aporta datos relevantes de la biología del vector, establece nuevos interrogantes: “¿El riesgo de mortalidad es el mismo para los demás estados de desarrollo?” “En caso de eclosionar durante el invierno, ¿Podrían las larvas y pupas completar su desarrollo hasta el estado adulto? y ¿En qué aspectos se diferenciaría de las demás estaciones?”. Todos estos interrogantes pueden ser contestados al desarrollar colonias experimentales y describir de manera detallada el ciclo de vida del vector en cada una de sus etapas. Más aún, Stein et al. (2005) han propuesto que el cese de la actividad de la hembra estaría por debajo de los 16,5°C, próximo al mes de julio, momento en el cual las notificaciones de casos de dengue comienzan a bajar. Por esta razón, conocer parámetros demográficos como la supervivencia, la tasa de fecundidad, longevidad y expectativa de vida de las hembras derivados de las tablas de vida, brindarían aportes novedosos y valiosos para entender la dinámica de transmisión de la enfermedad.

Dado el rol fundamental que tienen las hembras en la transmisión de agentes patógenos, el conocimiento sobre la actividad diaria de búsqueda del hospedador, ingesta sanguínea y/u oviposición en el sitio de cría podrían ser útiles para: establecer medidas de evasión del vector, la programación de búsqueda activa de adultos y el control de focos en casos confirmados. Para la tribu Aedini, el rango horario de la mayoría de las especies es diurno (Stein 2009), sin embargo, datos sobre *Ae. aegypti* para la provincia de Chaco no han sido caracterizados aún. En este sentido, líneas de investigación que abarquen interrogantes como: “¿El patrón de vuelo de las poblaciones del Chaco es similar o difiere al descrito para otras regiones del mundo?” “¿Existe alguna preferencia por los horarios de la mañana, siesta o atardecer?”, son necesarios a fin de mejorar nuestra comprensión sobre el ciclo biológico y comportamiento del vector.

El presente estudio se propone aportar datos vinculados sobre algunos de los interrogantes mencionados en párrafos precedentes que aún no han sido investigados en el área de estudio.

CAPÍTULO II: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL TRABAJO



“...Titi este es el mosquito que transmite el dengue.”

Abril

Objetivo general

Contribuir al conocimiento de la bionomía de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia, localidad capital de la provincia donde se demostró recientemente la transmisión durante todo año del virus dengue.

Objetivos específicos

- _ Determinar los cambios estacionales de la actividad de oviposición de *Aedes aegypti* y establecer la tendencia del incremento poblacional cuando la temperatura mínima supera el umbral térmico de desarrollo del vector.
- _ Estimar estadísticos vitales de la población de *Aedes aegypti* de la ciudad de Resistencia bajo condiciones semi-naturales en las cuatro estaciones climáticas.
- _ Determinar la actividad de oviposición horaria a lo largo del año de *Aedes aegypti* en condiciones naturales.

Hipótesis

Variables como la temperatura, fotoperíodo y humedad relativa influyen sobre diferentes parámetros poblacionales, como así también la actividad de oviposición de *Aedes aegypti*, lo que puede modificar su capacidad vectorial en las diferentes estaciones climáticas y determinar el mayor o menor riesgo epidemiológico de transmisión de dengue, datos que resultan de interés para las autoridades sanitarias para mejorar las actividades de manejo del vector.

Metodología general

Área de estudio

La provincia de Chaco, se ubica en el nordeste argentino (NEA). El clima de esta provincia se caracteriza por presentar, por un lado, un régimen térmico “subtropical húmedo” como es el

caso de las localidades de Resistencia y Fontana, y por otro lado, un régimen “subtropical árido” característico de las localidades de Taco Pozo y Fortín Belgrano; la media anual puede rondar los 21,5 a 23,5 °C ([Climate-data.org](https://climate-data.org) 2024). Los climas en estas zonas son denominados “irregulares” o de “contacto” debido a la dependencia de la circulación atmosférica en la determinación de características tales como una sucesión de veranos e inviernos más o menos cálidos o fríos, secos o húmedos, o bien estaciones, especialmente el invierno, adelantadas, atrasadas o desdobladas (Bruniard 1981, citado por Alvarez et al. 2002).

Durante el verano el promedio de temperaturas en la región subtropical húmeda llega a los 26 °C y en la región subtropical árida llega a los 28 °C, las máximas están entre los 32 a 34 °C ([Climate-data.org](https://climate-data.org) 2024). Las abundantes lluvias pueden producir leves descensos de temperatura. La primera mitad del otoño (abril), es una prolongación del verano, luego existe un aumento de la humedad relativa y de los días nublados y lluviosos, con una disminución de la amplitud diurna de la temperatura, sobre todo de las máximas, y el mantenimiento de las temperaturas mínimas (Bruniard 1981, citado por Alvarez et al. 2002). Las precipitaciones en verano rondan los 415 a 424,6 mm y llegan a un máximo de 448 mm. En cambio, en otoño las precipitaciones oscilan entre 250,2 a 415,4 mm ([Climate-data.org](https://climate-data.org) 2024). El invierno es poco riguroso, aunque no carente de heladas. En la zona subtropical húmeda el promedio de temperatura puede llegar a los 16 °C y a los 18,3 °C en la zona subtropical árida ([Climate-data.org](https://climate-data.org) 2024). Esta estación es denominada comúnmente como la “estación seca”, con lloviznas o lluvias moderadas (Servicio Meteorológico Nacional 2024). Durante el mes de junio, debido a la nubosidad frecuente y elevada humedad, se registra un descenso de las temperaturas máximas por debajo de los 22 °C, y temperaturas mínimas medias llegan a los 12,6 °C. La primavera es una estación de transición, que muestra tanto modelos invernales como procesos típicos del verano, meses lluviosos con temperaturas máximas entre 27,3 °C a 31,7 °C y mínimas entre los 17 °C a 19,9 °C ([Climate-data.org](https://climate-data.org) 2024).

En la provincia de Chaco los componentes florísticos y los regímenes de humedad del suelo definen los distritos del Chaco húmedo y del Chaco seco. En el Chaco húmedo están presentes pastizales, bosques xerófitos, mesófilos, sabanas y selvas. En cambio el Chaco seco se

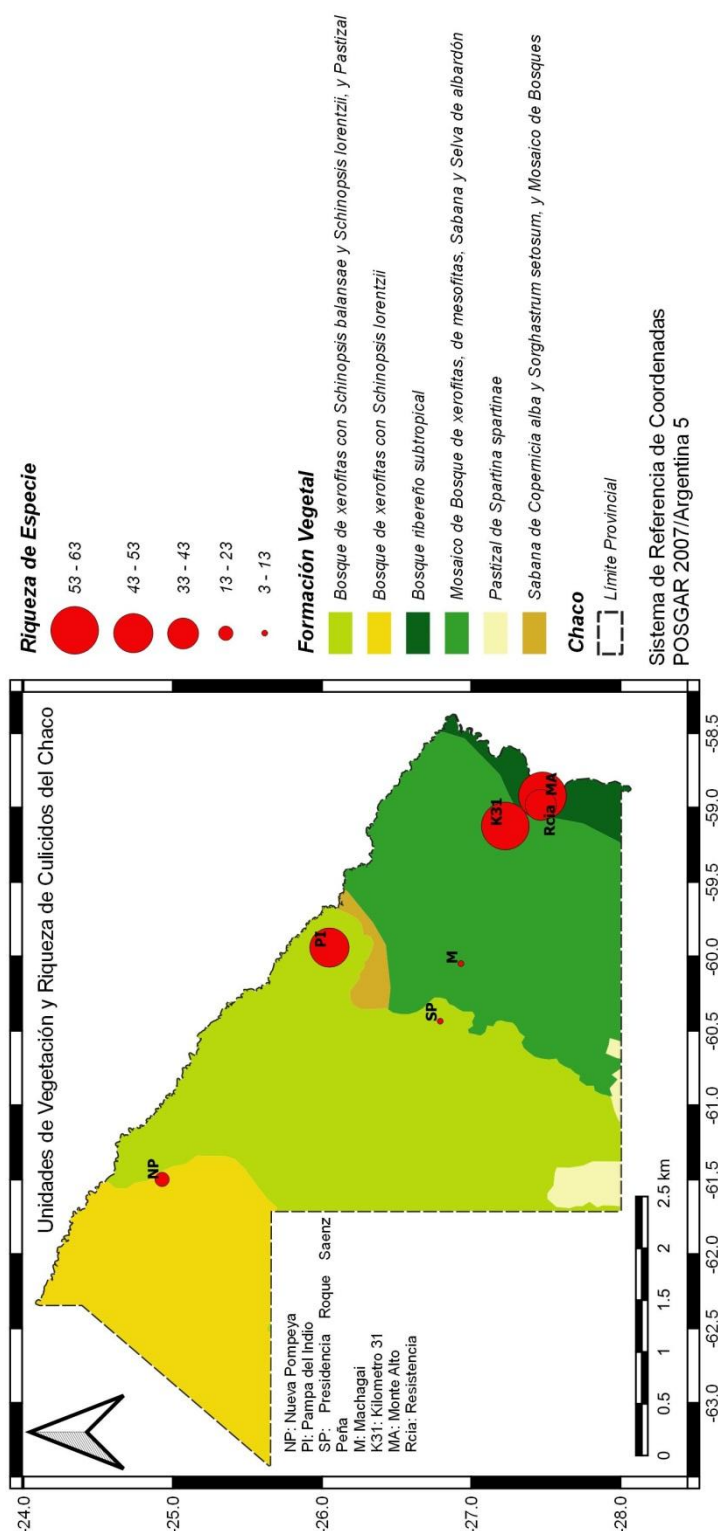
caracteriza por el bosque xerófito (Cabrera 1976 citado por Alvarez et al. 2002, Oyarzabal et al. 2018). Otras formaciones vegetales lindantes a la provincia son los denominados Bosque Ribereño Subtropical del Valle del Paraná (Oyarzabal et al. 2018).

En el Chaco húmedo la comunidad climax es una asociación de *Schinopsis balansae* y *Apidosperma quebracho blanco*; otras especies de importancia son *Caesalpinia paraguariensis*, *Gleditsia amorphoides*, *Astronium balansae*, *Ruprechtia laxiflora*, *Diplokeleba floribunda*, *Patagonula americana*, *Pisonia zapallo*, *Tabebuia ipe* y *Prosopis kuntzei*. Los espartillares de *Elyonurus muticus* cubren las zonas libres de árboles y la asociación típica incluye *Bothriochloa hassleri*, *Galactia longifolia*, *Sorghastrum agrostoides*, *Desmanthus brevipes*, *Eupatorium ivaefolium* y *Lippia modesta*. En los pajonales juega un rol en su fisionomía la presencia de palmeras.

En el Chaco seco, en cambio, la comunidad climax está formada por *Schinopsis lorentzii*, *Apidosperma quebracho blanco* y *Bulnesia sarmientoi*. En otro estrato, forman esta comunidad *Zizyphus mistol*, *Caesalpinia araguariensis*, *Acacia praecox*, *Prosopis alba*, *Cercidium australe*. En el estrato arbustivo son frecuentes: *Bougainvillea raecox*, *B. infesta*, *Bulnesia bonariensis*, *B. foliosa*, *Capparis retusa*, *C. speciosa* y *C. salicifolia*. La cubierta herbácea la integran *Setaria gracilis*, *S. argentina*, *Gouinia latifolia*, *Eragrostis flaccida*, *Rapanea lorentziana*, *R. tweediei*, *R. bahiensis* y *Holocheilus hieracioides*. Son frecuentes los vegetales áfilos o subafilos, vegetación halófila y cardonales. Algunas áreas no expuestas al pastoreo conservan la fisionomía de pajonales.

La riqueza de culícidos descritos en el Chaco húmedo cuenta con alrededor de 82 especies, mientras que, en el Chaco seco han sido registradas hasta el momento 21 especies (Ramírez et al. 2013, Stein et al. 2016a) (Figura 1). En la zona de transición del Chaco húmedo y Chaco seco el número de especies llega a 48 (Oria 2019). En general, la culicifauna del Chaco tiene representantes de las dos subfamilias Culicinae y Anophelinae. La subfamilia Culicinae cuenta con siete tribus (Culicini, Aedini, Mansoniini, Sabethini, Uranotaeniini, Toxorhynchitini y

Aeomyiini). Ambas subfamilias están distribuidas en los ambientes según el grado de antropización (Ramírez et al. 2013, Stein et al. 2016a, Oria 2019, Stechina 2019). En el Chaco húmedo la riqueza de especies es mayor en ambiente semi-urbano (63), seguido por el ambiente silvestre (58) y el ambiente urbano (39) (Stein et al. 2016a, Stechina 2019). En ambientes rurales del Chaco seco y de la zona de transición de ambos distritos la riqueza llega a 16 y 39 especies respectivamente (Ramírez et al. 2013, Oria 2019). En las viviendas de zonas urbanas, la riqueza es aún más baja y no llega a superar las 5 especies (Oria et al. 2002, Stein y Oria 2002, Oria 2003). La abundancia de culícidos está correlacionada con las precipitaciones, temperatura media y humedad relativa (Stein et al. 2016a).



Fuente

- Stein y Oria. 2002. Identificación de Criaderos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y Cálculo de Índices de Infestación en la Provincia del Chaco.
- Stein. 2009. Bionomía y Taxonomía de Culicidae (Diptera) Recolectados en la Provincia del Chaco.
- Ramirez et al. 2013. Culicidae (Diptera) En Un Area Rural del Chaco Seco, Argentina.
- Oyarzabal et al. 2018. Unidades de Vegetación de la Argentina.
- Oria. 2019. Patrones de Distribución Espacio-Temporal de Flavivirus en Pampa del Indio, Chaco.

Figura 1. Formaciones vegetales y riqueza de culícidos de la provincia del Chaco.

En la zona urbana de la ciudad de Resistencia, entre 2001 a 2003, han sido citadas alrededor de 39 especies de culícidos, mientras que, en 2014 a 2015 este valor fue de 26

especies (Stein 2009, Stechina 2019). De todos ellos, la tribu Aedini está representada por 16 especies incluida *Ae. aegypti* (Stein 2009).

Si contamos con datos meteorológicos mensuales, a partir del cociente entre la precipitación y temperatura media, es posible establecer los regímenes de humedad de una localidad con el uso de un gráfico cartesiano (Bruniard 2004). En el siguiente gráfico (Figura 2) están las localidades de Nueva Pompeya (Chaco seco), Pampa del Indio (Zona de transición) y Resistencia (Chaco húmedo). Los datos corresponden a las estaciones de Las Lomitas (NP), Presidencia Roque Saenz Peña (PI) y Resistencia (Rcia) del Servicio Meteorológico Nacional (serie 1981-2010).

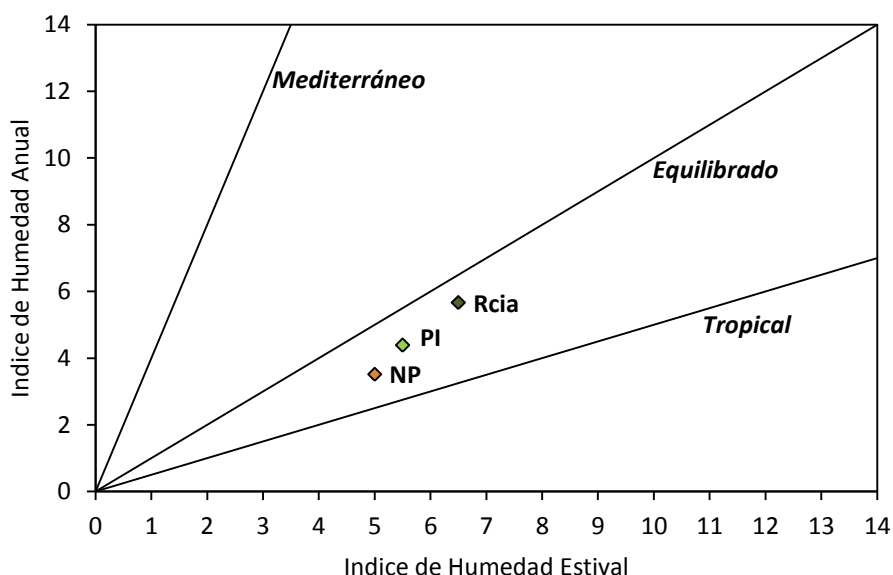


Figura 2. Régimen de humedad de tres localidades de la provincia del Chaco. NP: Nueva Pompeya (Chaco seco). PI: Pampa del Indio (Zona de transición). Rcia: Resistencia (Chaco húmedo).

De las tres localidades, el aporte de precipitaciones estivales (noviembre a febrero) es más pronunciado en Nueva Pompeya (Chaco seco) en relación al aporte anual, valor más alejado de la línea de equilibrio. En Resistencia (Chaco húmedo), en cambio, está próximo a la línea de

equilibrio, es decir, que tiene una moderada distribución de las precipitaciones a lo largo del año que no es excedido por las precipitaciones estivales (Tabla 2.1S en Material suplementario).

Sitio de muestreo

La ciudad de Resistencia está ubicada a los 27° 30' S y 59° O, en el extremo sureste de la provincia del Chaco, perteneciente al departamento de San Fernando. Este departamento según el Censo 2022 cuenta con una población estimada es 416.113 habitantes distribuidos en una superficie de 3553.6 Km², representando un 39,4 % del total de la provincia. Su clima se caracteriza por presentar un marcado gradiente pluviométrico. Presenta un doble máximo de lluvias, uno en otoño y otro en verano, con 455,1 mm y 473,6 mm acumulados respectivamente, mientras que en la estación invernal llega a los 132,4 mm. El promedio anual de temperatura es de 21,06 °C, la precipitación acumulada es de 1432,9 mm y la humedad relativa está por encima del 70% (SMN 1981-2010). Los meses con menores cantidades de días con precipitaciones son julio y agosto; el mes con la mayor temperatura máxima registrada es enero y julio representa el mes con la menor temperatura mínima. En los meses de julio, agosto y septiembre las precipitaciones no compensan las pérdidas de agua por evapotranspiración (Figura 3).

En esta localidad la cantidad de horas sol promedio puede oscilar entre 6 a 10 horas mensuales, durante los meses de junio a diciembre tiende a incrementarse y desde de enero a mayo su valor decrece (Figura 4) (Climate-data.org 2024). Estos valores no corresponden a la duración del día astronómico (salida y puesta del sol precisamente), sino que representan la mayor incidencia del sol sobre una superficie por unidad de tiempo (Servicio de Hidrografía Naval 2024). El horario promedio anual de salida del sol ocurre a las 6:52h y la puesta a las 18:59h (SHN serie 2022-2023).

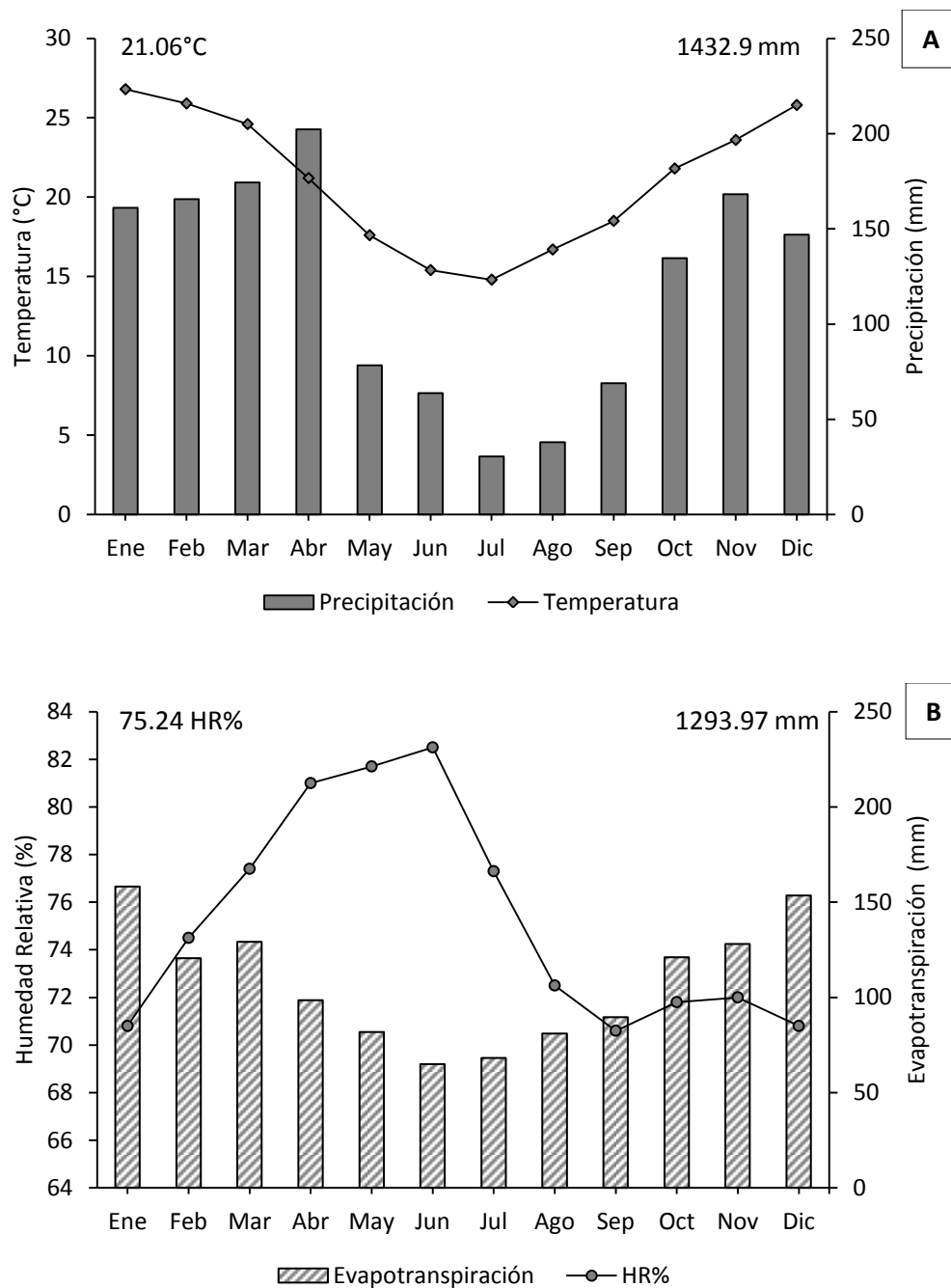


Figura 3. Datos meteorológicos mensuales de la ciudad de Resistencia, Chaco (SMN serie 1981-2010). A) Temperatura promedio y precipitación acumulada. B) Humedad relativa y evapotranspiración.

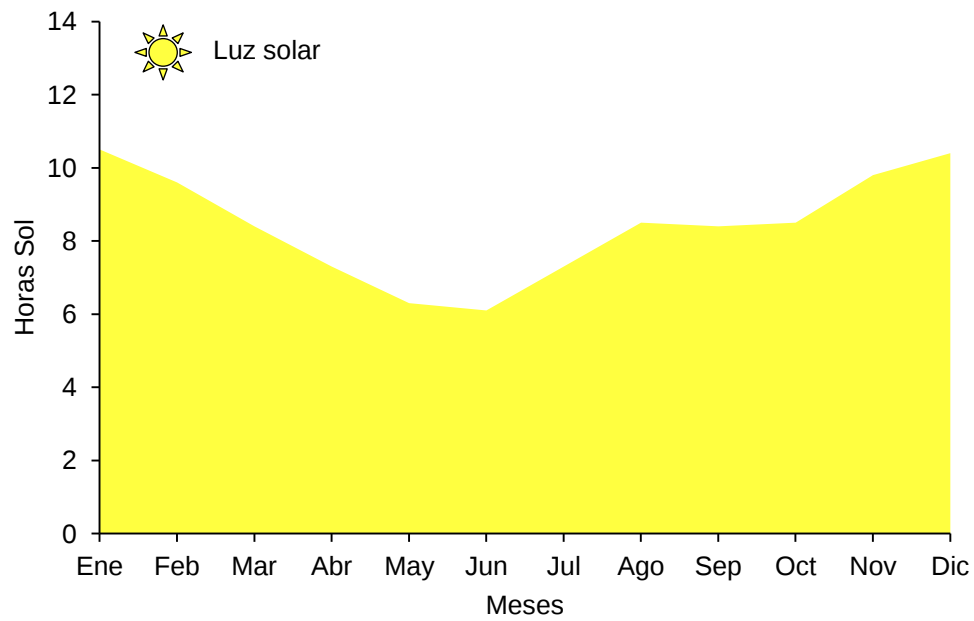


Figura 4. Datos mensuales del promedio de horas de sol en la ciudad de Resistencia, Chaco (Climate-data.org serie 1999-2019).

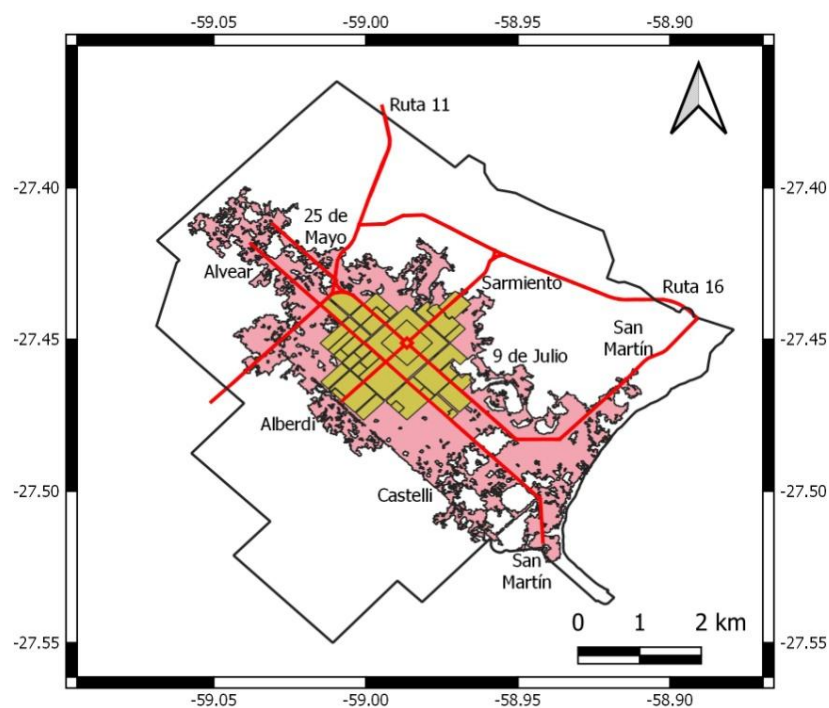


Figura 5. Área Metropolitana del Gran Resistencia. Rosada: expansión urbana. Marrón: centro de Resistencia. Líneas Rojas: vías de acceso.

Junto a las localidades de Barranqueras, Puerto Vilelas y Fontana, la ciudad de Resistencia integra el Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) (Figura 5). Presenta un espacio físico expuesto a inundaciones periódicas por la crecida de los ríos Paraná, Paraguay y sus cuencas afluentes debido a una cota de 50 metros sobre el nivel del mar a su vez está circundada por ríos, las rutas nacionales 11 y 16, y esta última la conecta con el puente interprovincial que comunica Chaco con Corrientes (Ramírez 2006). En esta área metropolitana el ambiente urbano se expande activamente sobre los bosques, matorrales, pastizales, esteros, bajos, cañadas y palmares propios de la fisionomía vegetal del Chaco húmedo. En el AMGR el ambiente natural se encuentra muy degradado o ha desaparecido, en su lugar es reemplazado por dos tipos de reductos de vegetación los ruderales y los denominados “verde urbano” (Alberto 2014, Alberto 2016). Los primeros son lugares no usados o abandonados por el hombre (baldíos, techos, cercos o muros) colonizados por la vegetación nativa o exótica, mientras que, los segundos representan el arbolado lineal, la vegetación de interiores de vivienda o edificios y parques y jardines. También dentro del AMGR, ambientes lóticos (río Negro, riacho Arazá y arroyos Quintana y Soto) y lénticos (lagunas y bajos) se encuentran encerrados por la urbanización cuyas cuencas se encuentran alteradas y degradadas (Alberto 2014). Vestigios del paisaje natural del Chaco húmedo están representados en el parque Avalos, que contiene formaciones arbóreas y sotobosques reducidos de Bosque ripario, microambiente de Bosque mesófilo, Pastizales-Pajonales, ríos, lagunas y madrejones (Alberto 2016).

La composición florística de nativas urbanas está integrado por *Sorghum halepense*, *S. setosum*, *Cirsium vulgare*, *Datura feroz*, *Desmodium incanum*, *Cyperus rotundus*, *Commelina erecta*, *Nicotiana glauca*, *Jaborosa integrifolia*, *Bidens pilosa*, *Gamochaeta coarctata*, *Urtica urens*, *Alternanthera pungens*, *Euphorbia serpens*, *Pluchea sagittalis*, *Chenopodium ambrosioides*, *Parietaria officinalis*, *Phyllanthus niruri*, *Clematis montevidensis*, *Ipomea alba*, *Dolichandra cynanchoides*, *Paullinia elegans*, *Melilotus albus*, *Calamagrotis montevidensis*, *Dichondra repens*, *Oxalis selloviana*, *Paspalum dilatatum*, *P. notatum*, *P. intermedium*, *P. quadrifarium*, *P. urvillei*, *Cynodon plectostachium*, *C. dactylon*, *Axonopus compressus*, *Luziola peruviana*, *Justicia*

laevilingus, *Vicia macrograminea*, *Clytostoma callistegioides*, *Passiflora caerulea*, *P. foetida*, *Pontederia cordata*, *Sagittaria montevidensis*, *S. rhombifolia*, *Nymphoides indica*, *Pistia stratiotes*, *Lemna minor*, *L. gibba*, *Azolla caroliniana*, *Typha latifolia*, *Euchornia crassipes*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Morrenia odorata*, *Funastrum clausum*, *Cyperus esculentus*, *C. rotundatus*, *Rhynchospora corymbosa*, *Oxycarium cubense*, *Schizachyrium condensatum*, *Elionurus muticus*, *Saccharum angustifolium*, *Deyeuxia viridiflavescens*, *Clytostoma callistegioides*, *Petunia integrifolia*, *Glandularia pulchella*, *Gomphrena pulchella*, *Sphaeralcea bonariensis*, *Hydrolea elatior*, *Ludwigia elegans*, *Stachytarpheta cayennensis*.

Colecta de huevos de *Aedes aegypti*

Para estudiar la actividad estacional de oviposición se utilizaron ovitrampas (OT), consistentes en vasos de plástico de 500ml de capacidad (8,5 cm de diámetro x 12,5 cm de alto), pintados exteriormente de negro; a cada ovitrampa se le colocó 2/3 de agua decolorada y un bajalengua de madera (15 cm alto, 2 cm de ancho y 0,1 cm de espesor) que actuó como sustrato de oviposición, sujetado a la pared en su interior con un clip. Como parte del diseño de muestreo, la ciudad fue dividida en cuatro cuadrantes (norte, sur, este y oeste) a partir de sus principales avenidas. Se utilizaron en un comienzo 50 OTs que se distribuyeron en el microcentro y en barrios próximos (21), cubriendo aproximadamente 14.244 km² de área total de la ciudad y próximo a 11 centros de salud de la ciudad (Figura 6). Las OT fueron ubicadas en jardines o patios delanteros de viviendas, a la sombra bajo la vegetación circundante. Los bajalenguas fueron rotulados con la fecha, número de OT y cuadrante de procedencia. Cada OT fue monitoreada semanalmente entre abril de 2015 y abril de 2017, reemplazando el bajalengua y el agua contenida en su interior.

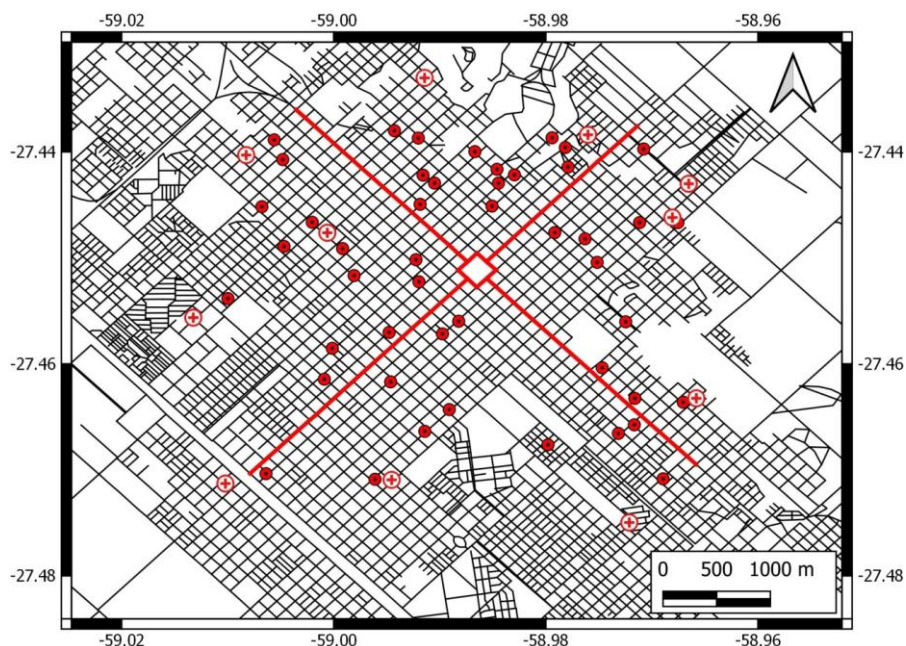


Figura 6. Ciudad de Resistencia. Rojo: ovitrampas. Cruces: centros de Salud.

Tablas de vida y estadísticos vitales

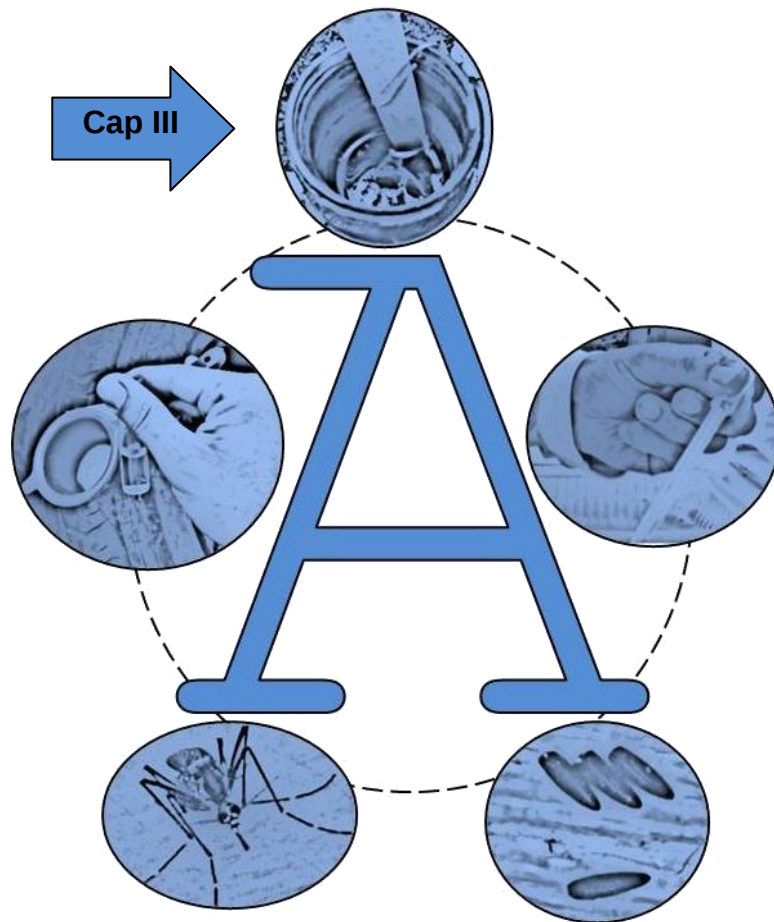
Para la estimación de estadísticos vitales se organizaron cohortes a partir de larvas colectadas, en cada estación climática, de recipientes artificiales del cementerio municipal, las que fueron criadas en laboratorio hasta el estado adulto bajo un fotoperíodo de (12L:12O), humedad relativa 60% y temperatura 25 ± 1 °C. Una vez recolectadas las larvas del cementerio, éstas eran puestas en bandejas de plástico (15cm x 10cm) hasta 20 larvas por bandeja y alimentadas con hígado en polvo. Las bandejas se revisaban diariamente y cuando pasaban al estado de pupa eran transferidas a vasos de plásticos de color blanco (150ml) en número no mayor a 10 y colocados dentro de jaulas entomológicas (50cm x 50cm) hasta la emergencia de los adultos. Los adultos fueron alimentados con algodón embebido en agua azucarada. Una vez producido la cópula, las hembras fueron alimentadas con solución sanguínea (para mayor detalle ver Capítulo 4). En el interior de la jaula eran depositados vasos conteniendo un cuarto de agua y papel de filtro recubriendo la pared interior como sustrato de ovipositura. De esos adultos se obtuvieron huevos de primera generación (F1), que por cada estación climática fueron criados en condiciones

semi-naturales (exterior del insectario del Instituto de Medicina Regional, acondicionado para tal fin, ubicado en el Campus de la UNNE).

Actividad horaria de oviposición

Este ensayo se realizó en el campus universitario de la UNNE, ubicado en el cuadrante Sur definido previamente para los muestreos semanales en la ciudad de Resistencia. Para el monitoreo de la actividad de *Ae. aegypti* se han utilizado ovitrampas de diferentes materiales demostrándose en algunas investigaciones que las de vidrio pueden resultar más sensibles que las de otro material (Chadee y Ritchie 2010, Silva et al. 2018). Por ello para detectar la actividad horaria de la hembra de *Ae. aegypti* se decidió utilizar este tipo de ovitrampa en lugar de las OTs de plástico. Se usaron 25 ovitrampas de vidrio de 300 ml de capacidad (12 cm x 5 cm) a las que se les colocó el mismo sustrato de oviposición (bajalenguas) descrito en párrafos anteriores. Para cada día de muestreo se establecieron 3 franjas horarias que abarcaban las horas de luz (8 am a 20 pm). Cada franja horaria constaba de 4 horas y en cada franja eran reemplazados los bajalenguas. Este procedimiento se repitió de manera quincenal entre abril 2017 y marzo 2018.

CAPÍTULO III: ACTIVIDAD ESTACIONAL DE OVIPOSICIÓN DE *Aedes aegypti*



“...El incremento del vector es a causa del CAMBIO CLIMÁTICO.”

***(Axioma mágico de la Dirección
De Epidemiología de Corrientes)***

Introducción

Entre los factores que favorecen el incremento poblacional de *Ae. aegypti*, las condiciones meteorológicas influyen sobre la abundancia de inmaduros, la presencia de adultos y la fecundidad de las hembras (Campos y Maciá 1996, Estallo et al. 2008, 2015). El estado de huevo representa para los mosquitos de la tribu Aedini el modo de subsistencia en las épocas desfavorables y el medio por el cual se reestablece la población en las épocas favorables (Campos y Sy 2003, Faraone et al. 2021).

La temperatura es un factor clave para los mosquitos, de modo que cuando ésta asciende por encima de un umbral determinado, la supervivencia y el desarrollo de *Ae. aegypti* se incrementa (Estallo et al. 2010), y con ello, la actividad de ovipostura (Montero et al. 2014, Estallo et al. 2015, Rodríguez et al. 2015a, Santini y Leporace 2017). En regiones subtropicales, el régimen de precipitación permite crear potenciales sitios de cría e incrementa el suceso de postura de huevos por recipiente en la estación lluviosa, mientras que, en la estación seca ésta disminuye (Micieli y Campos 2003, Stein et al. 2005, Estallo et al. 2015, Rodríguez et al. 2015a).

Otra variable que puede jugar un rol en la actividad de las hembras, pero en combinación con la temperatura, es la humedad relativa (Micieli y Campos 2003, Estallo et al. 2015). Estallo et al. (2015) determinaron que la presión de vapor de agua tiene un efecto directo en la postura de huevos. Esta variable meteorológica es entendida como la cantidad de vapor de agua presente en el aire en función de la temperatura.

De Garín et al. (2002) establecen que cuando no hay condiciones térmicas e hídricas limitantes para la supervivencia de las hembras, es posible diferenciar en la actividad de oviposición una etapa de incremento, una etapa de máximas oviposiciones (aproximadamente constantes) y una etapa de descenso. En este sentido, con el conteo semanal de huevos se puede estimar el crecimiento poblacional y, a su vez, describir los momentos de máxima actividad de las hembras de *Ae. aegypti* (Estallo et al. 2010).

Por ello, el conocimiento sobre el patrón de oviposición es fundamental para entender la dinámica de incremento y establecimiento poblacional del vector en la ciudad de Resistencia. En este capítulo vamos a describir los patrones de actividad de oviposición estacional de *Ae. aegypti* y analizar los factores climáticos que inciden en la abundancia de huevos y el registro de ovipostura semanal mediante el uso de ovitrampas.

Materiales y métodos

Como se ha descrito en el Capítulo II, el registro de la actividad de oviposición fue realizado con ovitrampas ubicadas en patios o jardines delanteros para un fácil acceso, un recambio de bajalenguas rápido y evitar interferir en los quehaceres de las personas en la vivienda. Fueron seleccionadas un total de 50 viviendas con el consentimiento de los propietarios, los cuales fueron informados del propósito de este estudio. En cada una de las viviendas se colocó una ovitrampa. Las ovitrampas estuvieron distribuidas a una distancia media de 340,54 m (Min: 135,63 m Max: 1017,96 m). Cuando las ovitrampas estaban rotas o defectuosas eran reemplazadas con otras nuevas. Si durante los sucesivos muestreos las ovitrampas eran vandalizadas, en reiteradas ocasiones, la vivienda era descartada del muestreo. Por ello, durante el primer año de muestreo estuvieron activas 47 ovitrampas y en el segundo año 44. Cada semana se reemplazaban los bajalenguas, los que eran transportados hasta el laboratorio de Entomología-IMR en tubos falcon de 15 cm de alto.

Actividad de oviposición de *Aedes aegypti*

Para monitorear la presencia del vector se calcularon dos indicadores o índices de actividad de oviposición. El primero fue la cantidad de huevos (CH), que es definida como el número de huevos depositados por semana. Debido a que el número de huevos registrados en una semana puede ser el resultado de la acumulación de huevos en pocas trampas, es decir, como resultado de la actividad de pocas hembras y no un incremento en la actividad de oviposición a nivel poblacional (De Majo et al. 2013), se calculó también la proporción de ovitrampas positivas (OTP) como el número de OT con huevos sobre el total de OT colocadas, que describe el suceso de ovipostura semanal en diferentes puntos de la ciudad como segundo indicador.

Cada sustrato de oviposición fue observado al Microscopio Estereoscópico y el número de huevos presentes en él fue contado. Las OT que contenían huevos fueron consideradas positivas, mientras que las que no contenían huevos fueron consideradas negativas.

Los datos meteorológicos (temperatura mínima, máxima, media, humedad relativa y presión de vapor de agua) correspondientes al periodo de estudio fueron solicitados al Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Análisis de datos

Para detectar cambios a lo largo del todo el período de muestreo en la proporción de OTP y en la CH se usó el análisis de la varianza y el test de comparaciones múltiples de Tukey, para lo cual previamente los datos fueron transformados por $\sqrt{xi}$. Para ello, las fechas de colecta de huevos fueron agrupadas de a 4 a 5 semanas y clasificadas de acuerdo a las estaciones climáticas. Además, las semanas entre las dos últimas de una estación y las primeras dos de la siguiente, fueron clasificadas como semanas de transición. De esta manera quedaron conformadas 12 categorías: Otoño (temprano, tardío), transición otoño-invierno, Invierno (temprano, tardío), Transición invierno-primavera, Primavera (temprano, tardío), Transición primavera-verano, Verano (temprano, tardío) y Transición verano-otoño.

Para medir el grado de asociación entre la CH y la proporción de OTP con las variables meteorológicas registradas se utilizó el Coeficiente de Correlación de Rango de Spearman. Para ello, las variables meteorológicas fueron promediadas con tiempos de retraso, según los días previos transcurridos a la coleta de huevos: semanal (7), retraso 1 (14), retraso 2 (21), retraso 3 (28) y retraso 4 (35). Para representar la intensidad de las asociaciones más altas, se utilizó un modelo de regresión lineal propuesta por Theil que es insesgado a los valores extremos. Siguiendo la fórmula clásica de regresión lineal ($y = ax + b$), este método primero estima a_m como la mediana de todas las posibles pendientes $S_{ij} = (y_j - y_i) / (x_j - x_i)$ y luego estima b_m como la mediana de todas las posibles ordenadas $S_{ij} = y_i - a_m x_i$ (Daniel 1978, Komsta 2019); la bondad de ajuste fue medida con el coeficiente de determinación y fue calculada de manera análoga al R^2 de

un modelo de regresión establecido por el método de los mínimos cuadrados. Una vez obtenido los valores predichos ($\hat{y}$) se procedió a realizar $1 - \Sigma(\hat{y}-y)^2 / \Sigma(y-\bar{y})^2$. Por otro lado, para las relaciones curvilíneas de la CH y la proporción de OTP con la humedad relativa se utilizó una regresión cuadrática ($y = ax + bx^2 + c$) estimada por el método de cuantiles (Koenker et al. 2022). Previamente los datos de cantidad de huevos fueron transformados por $\ln(n+1)$.

Posteriormente para determinar si existen diferencias estadísticas entre las estimaciones de ambos indicadores para los diferentes meses de estudio, se calculó el coeficiente de variación mensual ($\sigma/\bar{x}$) y se compararon las 2 variables utilizando el Test de Wilcoxon para muestras pareadas.

Para establecer la tendencia de incremento de la actividad de oviposición del vector durante los dos períodos de estudio, fue usada una regresión cúbica desarrollada por el método de mínimos cuadrados, en donde el número de huevos corresponde a la variable dependiente y las semanas de colecta de huevos es la variable independiente $y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3$. Para ello, se consideró como semana 1, a aquella semana en la cual la temperatura mínima igualaba o superaba el umbral térmico de desarrollo 16,5 °C (Stein et al. 2005) y que la misma no disminuya (al menos durante las próximas 3 semanas). Temperaturas iguales o por debajo de los 16 °C no fueron considerados.

Los análisis estadísticos de Correlación de Rangos de Spearman, ANOVA de una vía y la prueba de Wilcoxon fueron desarrollados por el software Infostat versión 2020 y los modelos de regresión se realizaron con el software R versión 4.1.0 (2021). Para la regresión lineal se usó la función `mblm` del paquete `mblm` (Komsta 2019), para la regresión cuadrática se usó la función `rq` del paquete `quantreg` (Koenker et al. 2022) y para la regresión cúbica la función `lm` del paquete `stats` (R Core Team 2021). Para la verificación del supuesto de normalidad se utilizó la función `shapiro.test` del paquete `stats` y para el supuesto de homogeneidad de varianza la función `ncvTest` para regresión cúbica y la función `leveneTest` para el ANOVA del paquete `car` (Fox et al. 2022).

Datos referidos a la validación de los supuestos de los modelos figuran en la Tabla 3.1S (Características del conjunto de datos según variables de estudio).

Resultados

Patrón estacional de la actividad de oviposición

En los dos años de muestreo se colectaron 74.190 huevos en total, durante 105 semanas consecutivas, todos ellos pertenecientes a la especie *Ae. aegypti*. La máxima cantidad de huevos se registró en las semanas 34 a 43 (50,7%) correspondientes a los meses de noviembre a enero del período 2015-2016 y entre las semanas 33 a 43 (52%) correspondientes a los meses de noviembre 2016 a enero 2017.

El número de huevos semanal varió entre 0 y 3.182 para todo el período de muestreo. Desde el inicio del muestreo y durante 62 semanas consecutivas se detectó actividad de *Ae. aegypti* (abril 2016-junio 2017). Sólo la semana 21 (tercera de agosto de 2016) y entre las semanas 11 a 17 (junio–julio 2017) no se detectó actividad de ovipostura, para luego volver a detectarse por 35 semanas consecutivas (Figura 1). En el mes de junio de 2016, las precipitaciones llegaron a los 222 mm, concentradas en la semana 13, en tanto que durante las 5 semanas previas, la precipitación sólo alcanzó 1 mm (Figura 2). Asimismo, las temperaturas mínimas durante las semanas sin detección de huevos variaron entre 3 °C y 14°C y las medias entre 11,4 °C y 19 °C.

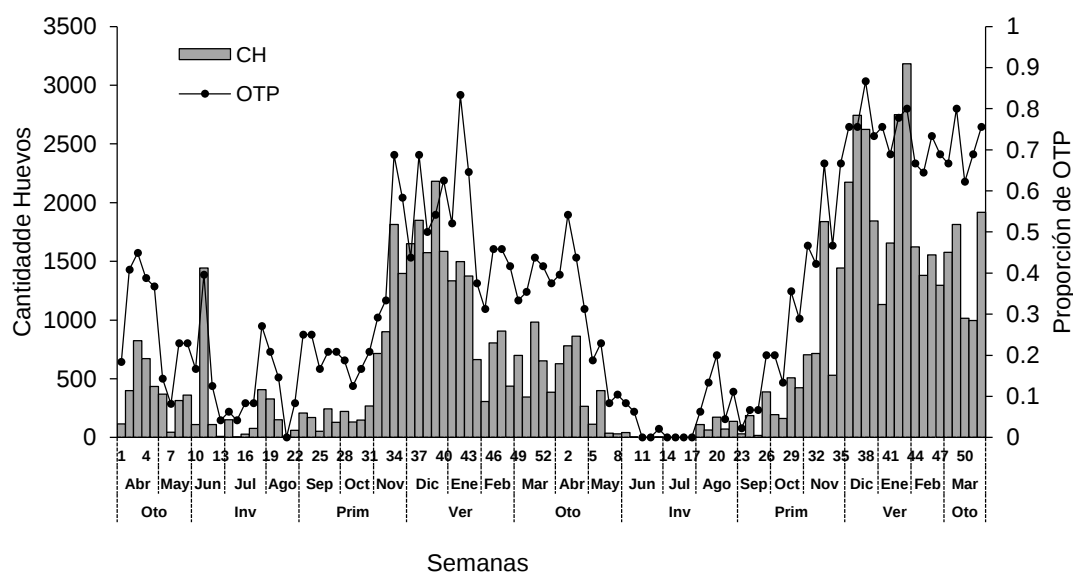


Figura 1. Variación estacional de la actividad de oviposición de *Aedes aegypti* en Resistencia, Chaco. CH: cantidad de huevos. Proporción de OTP: proporción de ovitrampas positivas correspondientes al período abril de 2015 a marzo de 2017.

La proporción de OTP presentó un incremento significativo luego de la estación seca, a partir del mes de noviembre de cada año. La proporción mínima de OTP fue registrada en el mes de junio de 2016 y el mismo mes de 2015, resultando 0,2 y 0,04 respectivamente, mientras que los valores máximos se registraron en el mes de enero de 2016 y 2017 y marzo 2017 (0,83 y 0,86) respectivamente. Entre noviembre y diciembre de 2015 y enero de 2016 y entre noviembre de 2016 y marzo de 2017 se detectaron los mayores porcentajes de OTP, con temperaturas mínimas por arriba de los 16 °C y medias por arriba de los 20 °C y precipitaciones durante todas las semanas de los meses mencionados (Figura 2-A); mientras que, la presión de vapor de agua y humedad relativa estuvieron por encima de los 20 °C y 70% HR respectivamente (Figura 2-B). Entre junio y octubre de ambos períodos de estudio, la proporción de OTP mayoritariamente no superó el 20%, coincidente con los períodos de menores precipitaciones y temperaturas mínimas y medias más bajas.

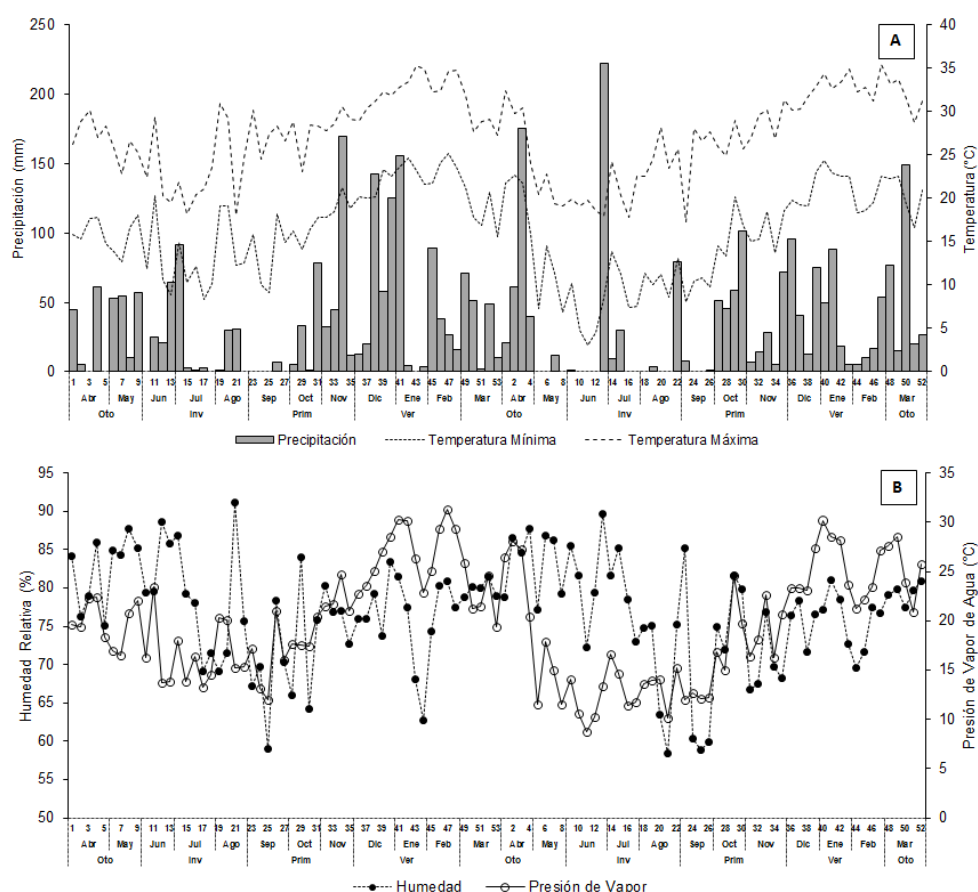


Figura 2. Datos meteorológicos semanales de la ciudad de Resistencia, Chaco. A- Temperaturas promedios (mínima y máxima) y precipitación acumulada. B- Humedad relativa y presión de vapor de agua, correspondientes al período abril de 2015 a marzo de 2017.

Cambios estacionales en la actividad de oviposición

El análisis estacional de la proporción de OTP detectó diferencias significativas entre las respectivas estaciones del año ($F=27,18$, $gl=11$, $p\text{-valor}<0,001$). La prueba de comparaciones múltiples detectó diferencias marcadas en invierno temprano y verano temprano. El análisis de la cantidad de huevos detectó diferencias ($F=21,91$, $gl=11$, $p\text{-valor}<0,001$) en las estaciones, mientras que la prueba de comparaciones múltiples solo estableció diferencias en las semanas de invierno temprano, transición primavera-verano y verano temprano (Tabla 1).

Tabla 1. Media y desvío estándar de la proporción de ovitrampas positivas y cantidad de huevos de *Aedes aegypti* colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.

Categoría	n	Proporción de OTP			CH		
		Media	DE	Sig	Media	DE	Sig
Oto1	9	0,477	0,18	cde	787,78	526,6	cd
Oto2	10	0,317	0,15	cf	476,4	295,05	ace
TrOI	8	0,170	0,112	af	292,88	483,91	abe
Inv1	9	0,033	0,04	b	30,67	57,613	b
Inv2	10	0,118	0,09	ab	133,5	137,15	ab
TrIP	8	0,104	0,10	ab	108,63	77,57	ab
Prim1	9	0,166	0,05	af	171	109,76	abe
Prim2	9	0,356	0,15	cdf	691,67	492,10	cde
TrPV	8	0,63	0,12	de	1700	640,83	f
Ver1	8	0,654	0,13	e	1741,25	474,92	f
Ver2	9	0,613	0,19	de	1509,44	938,19	df
TrVO	8	0,556	0,19	cde	1079,25	559,29	cd

Oto1: otoño temprano; Oto2: otoño tardío; TrOI: transición otoño-invierno; Inv1: invierno temprano; Inv2: invierno tardío; TrIP: transición invierno-primavera; Prim1: primavera temprana; Prim2: primavera tardía; TrPV: transición primavera-verano; Ver1: verano temprano; Ver2: verano tardío; TrVO: transición verano-otoño; Sig: significancia estadística de los datos transformados, letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas ($p < 0,05$). CH: cantidad de huevos; Proporción de OTP: proporción de ovitrampas positivas.

Asociación entre las variables meteorológicas y los indicadores de la ovipostura

Durante el período de muestreo, el coeficiente de correlación de rangos de Spearman mostró asociaciones significativas de ambos indicadores de la actividad de ovipostura (CH y OTP) con las variables temperaturas (mínimas, máximas y promedio), presión de vapor de agua y precipitación, en cambio, hubo disociación con la humedad relativa (Tablas 2 y 3). En todos los tiempos de retrasos analizados se establecieron asociaciones significativas de ambos indicadores de la actividad de oviposición, para casi todas las variables meteorológicas estudiadas, a excepción de la humedad relativa, donde la CH y la proporción OTP registraron una disociación significativa sólo con cuatro semanas de retraso. La CH y la proporción de OTP están fuertemente influenciadas por la temperatura media semanal y con retraso 1 respectivamente (Tabla 4). En el análisis de regresión lineal, la CH y OTP establecieron una relación directa con la temperatura mínima, máxima, promedio y la presión de vapor de agua (Figura 3). Aumentos de la cantidad de

huevos ($R^2 = 0,652$) y la proporción OT positivos ($R^2 = 0,687$) se evidencian cuando se incrementa la temperatura promedio por encima de los 15 °C. En cambio, no se estableció una relación tan directa de la cantidad de huevos ($R^2 = 0,027$) y la proporción OTP ($R^2 = 0,213$) con la precipitación (Figura 4).

Tabla 2. Correlación de rangos de spearman y p-valor de CH de *Aedes aegypti* colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.

	Semanal	Retraso 1	Retraso 2	Retraso 3	Retraso 4
	rs	rs	rs	rs	rs
Temperatura Mínima	0,8297***	0,813***	0,803***	0,798***	0,7881***
Temperatura Máxima	0,8477***	0,835***	0,823***	0,808***	0,8005***
Temperatura Promedio	0,8541***	0,836***	0,824***	0,812***	0,8003***
Presión de vapor de agua	0,8331***	0,833***	0,797***	0,773***	0,7488***
Precipitación	0,399***	0,379***	0,456***	0,4627***	0,4524***
Humedad Relativa	-0,103	-0,183	-0,188	-0,229*	-0,263*

Significancia: *** $p < 0,0001$; ** $p < 0,001$; * $p < 0,05$

Tabla 3. Correlación de rangos de spearman y p-valor de la proporción de OTP de *Aedes aegypti* colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.

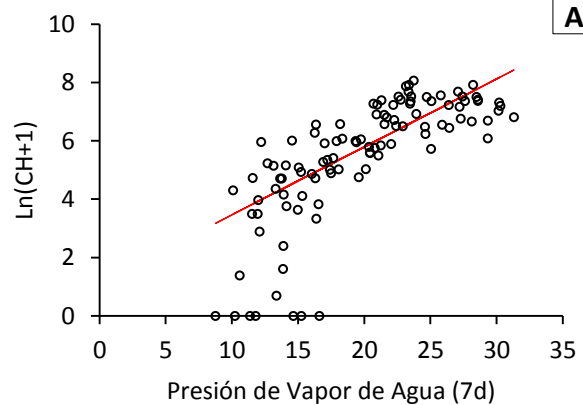
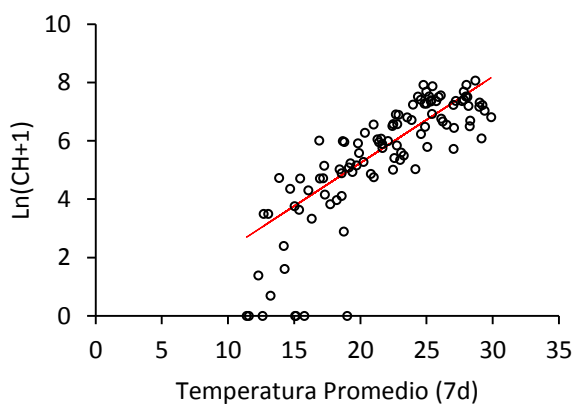
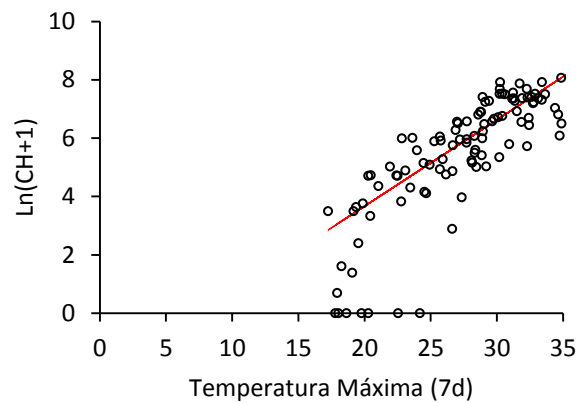
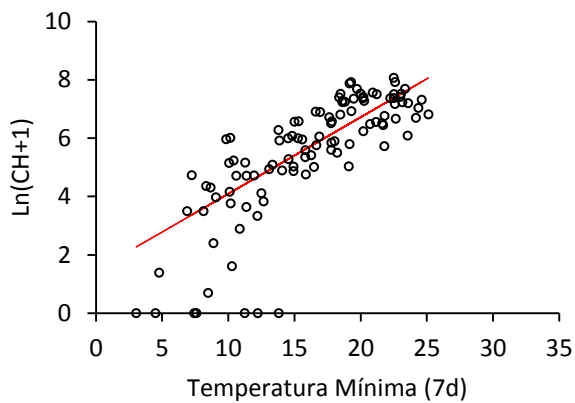
	Semanal	Retraso 1	Retraso 2	Retraso 3	Retraso 4
	rs	rs	rs	rs	rs
Temperatura Mínima	0,824***	0,8371***	0,830***	0,829***	0,8326***
Temperatura Máxima	0,857***	0,8640***	0,856***	0,848***	0,8226***
Temperatura Promedio	0,858***	0,8644***	0,856***	0,845***	0,8311***
Presión de vapor de agua	0,832***	0,8381***	0,831***	0,810***	0,8323***
Precipitación	0,347**	0,373***	0,426***	0,434***	0,6088***
Humedad Relativa	-0,109	-0,165	-0,166	-0,211*	-0,248*

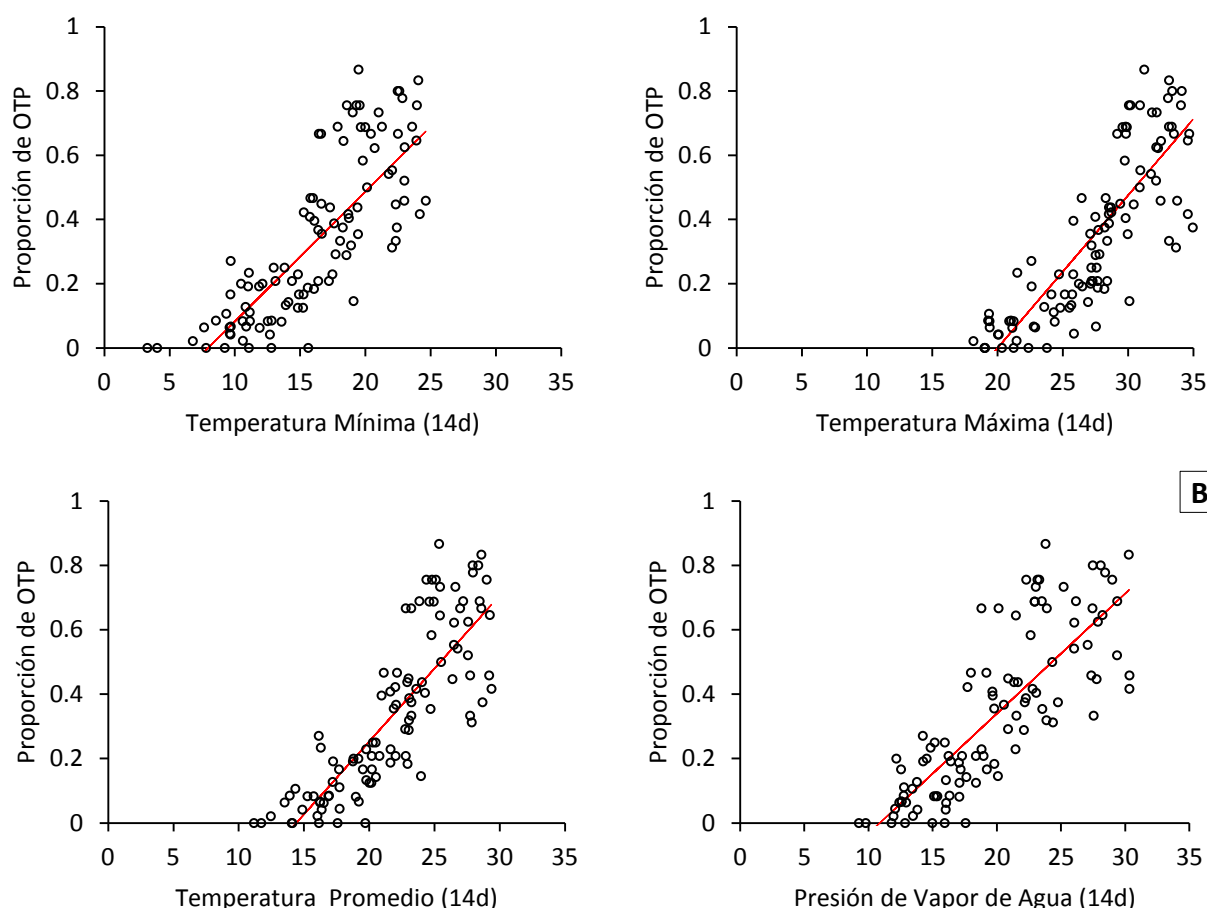
Significancia: *** $p < 0,0001$; ** $p < 0,001$; * $p < 0,05$

Tabla 4. Coeficientes y R^2 de la función $Y=ax+b$ para la CH y la proporción de OTP de *Aedes aegypti* colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017 con las variables meteorológicas.

	Variable	Retraso	a	b	R^2_{Efron}
CH	Pr	28d	0,0089	4,8320	0,0268
	PVA	7d	0,2327	1,1356	0,5343
	Tmi	7d	0,2625	1,4686	0,6031
	Tma	7d	0,2959	-2,2485	0,6212
	Tx	7d	0,2956	-0,6717	0,6528
OTP	Pr	35d	0,0012	0,1246	0,2135
	Tmi	14d	0,04043	-0,32153	0,6354
	PVA	14d	0,03725	-0,40531	0,6565
	Tma	14d	0,04751	-0,94988	0,6818
	Tx	14d	0,04532	-0,65312	0,6873

Pr: precipitación; Tmi: temperatura mínima; Tma: temperatura máxima; Tx: temperatura promedio; PVA: presión de vapor de agua. CH: cantidad de huevos; Proporción de OTP: proporción de ovitrampas positivas. Todos los coeficientes de la regresión presentaron $p < 0,0001$.





←**Figura 3.** Regresiones lineales de las variables meteorológicas y los indicadores de oviposición de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017. A- Cantidad de huevo. B- Proporción de ovitrampas positivas.

Aunque ambos modelos tuvieron bajo ajuste (Tabla 5), a partir de la regresión cuadrática realizada para la CH y la proporción de OTP con la humedad relativa, se estableció que los valores máximos que ambos indicadores pueden alcanzar sería a los 75,36 % y 75,76 % ($-a/2b$) respectivamente (Figura 4).

Tabla 5. Coeficientes y R^2 de la función $Y=ax+bx^2+c$ para la CH y la proporción de OTP de *Aedes aegypti* colectados en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017.

	HR%	a	b	c	R^2_{Efron}
CH	35d	5.99845	-0.0398	-219.05849	0.1439
OTP	35d	0.90008	-0.00594	-33.59476	0.2958

HR%: humedad relativa porcentual; CH: cantidad de huevos; OTP: ovitrampas positivas. Todos los coeficientes presentaron $p < 0,0001$.

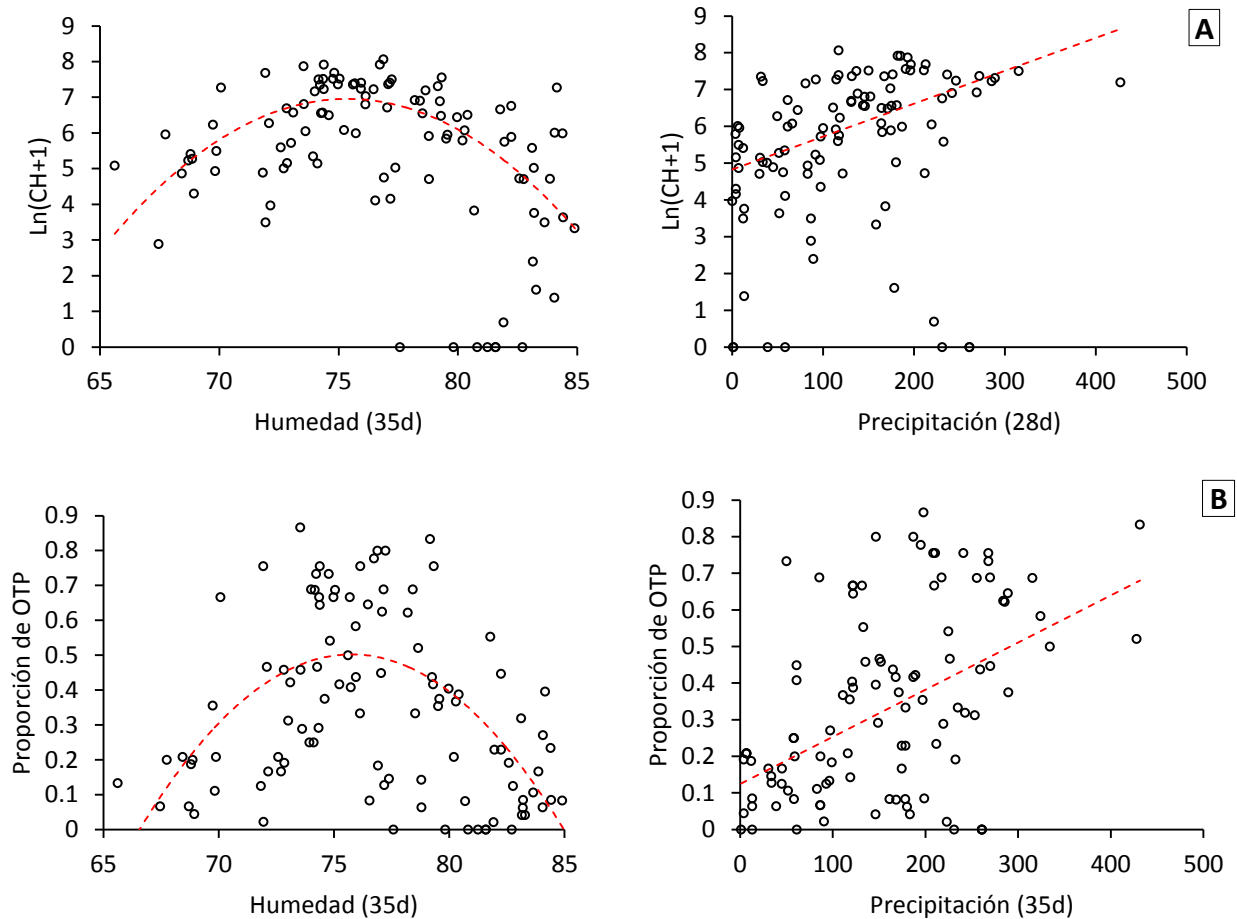


Figura 4. Regresiones cuadráticas y lineales de las variables meteorológicas y los indicadores de oviposición de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017. A- Cantidad de huevo. B- Proportión de ovitrampas positivas.

El test de Wilcoxon para muestras pareadas detectó diferencias estadísticamente significativas entre ambos indicadores de oviposición ($n=24$, $T_{(z)} = -3,743$, $p < 0,001$) a lo largo de todo el período de muestreo. Los máximos coeficientes de variación de OTP y de CH fueron obtenidos en los meses de junio, julio y agosto de 2015 y mayo, junio y septiembre de 2016, mientras que los valores más bajos correspondieron al período noviembre–marzo de 2015-2016 y diciembre-marzo de 2016-2017 (Figura 5).

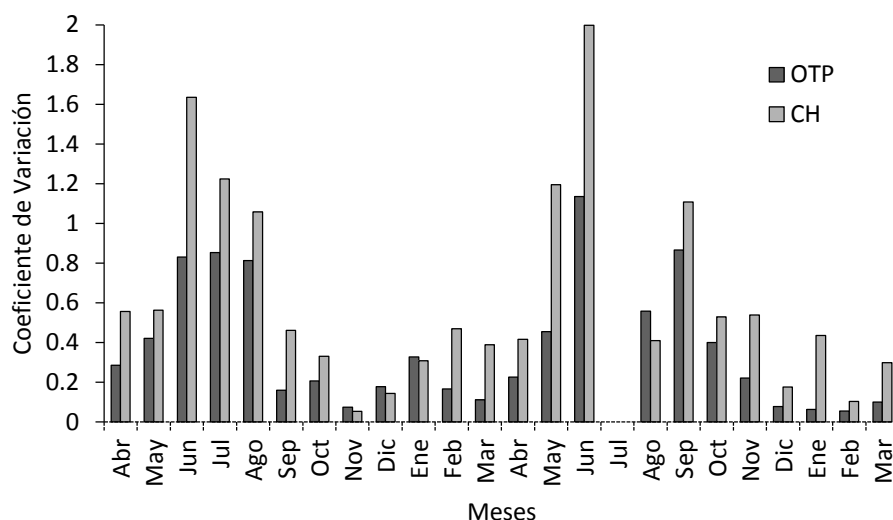


Figura 5. Coeficiente de variación mensual de los indicadores de actividad de oviposición de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia, Chaco, correspondiente al período abril de 2015 a marzo de 2017. CH: Cantidad de huevos. Proporción de OTP: Proporción de ovitrampas positivas.

Tendencia de incremento de oviposición

Para el período 21 de octubre de 2015 al 23 de marzo de 2016 (23 semanas), el modelo que establece la tendencia de incremento de oviposición en la ciudad de Resistencia fue el siguiente (Tabla 6):

$$Y = -785,0062 + 721,4275x - 62,3476x^2 + 1,4785x^3 \quad (R^2_{aj}=0,76, F= 24,77, p<00001)$$

Tabla 6. Coeficientes y p-valores de la función $Y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3$ del primer período de muestreo.

	Coeficiente	Error Estandar	t	p-valor
a0	-785,0062	279,6425	-2,807	0,011
a1	721,4275	98,7675	7,304	<0,0001
a2	-62,3476	9,4561	-6,593	<0,0001
a3	1,4785	0,2593	5,701	<0,0001

Este modelo atiende a los supuestos de normalidad ($W=0,973$, $p=0,772$) y homogeneidad de los residuos del modelo ($\chi^2=0,0004$, $gl=1$, $p=0,983$).

Para el período 30 de noviembre de 2016 a 29 de marzo de 2017 (18 semanas) no fue posible modelar la tendencia de oviposición por una regresión cúbica (Tabla 7):

$$Y = 1437,979 + 367,845x - 48,365x^2 + 1,571x^3 \quad (R^2_{aj}=0,11, F= 1,7, p=0,2126)$$

Tabla 7. Coeficientes y p-valores de la función $Y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3$ del segundo período de muestreo.

	Coeficiente	Error Estandar	t	p-valor
a0	1437,979	711,488	2,021	0,06
a1	367,845	315,553	1,166	0,26
a2	-48,365	38,052	-1,271	0,22
a3	1,571	1,319	1,191	0,25

Este modelo atiende a los supuestos de normalidad ($W=0,968$ $p=0,767$) y homogeneidad de los residuos del modelo ($\chi^2= 3,012442$, $gl=1$, $p= 0,082628$).

Entre ambos períodos, luego de la primera semana en donde la temperatura mínima superó los 16,5 °C, el máximo número de huevos se registró entre la novena y décima semana (Figura 6). Sin embargo, para el primer período se observó un mejor ajuste al modelo polinómico de grado 3 en relación al segundo período. En el segundo período de muestreo el umbral térmico propuesto fue superado 5 semanas después (finales de noviembre) de lo registrado para el primer período (finales de octubre).

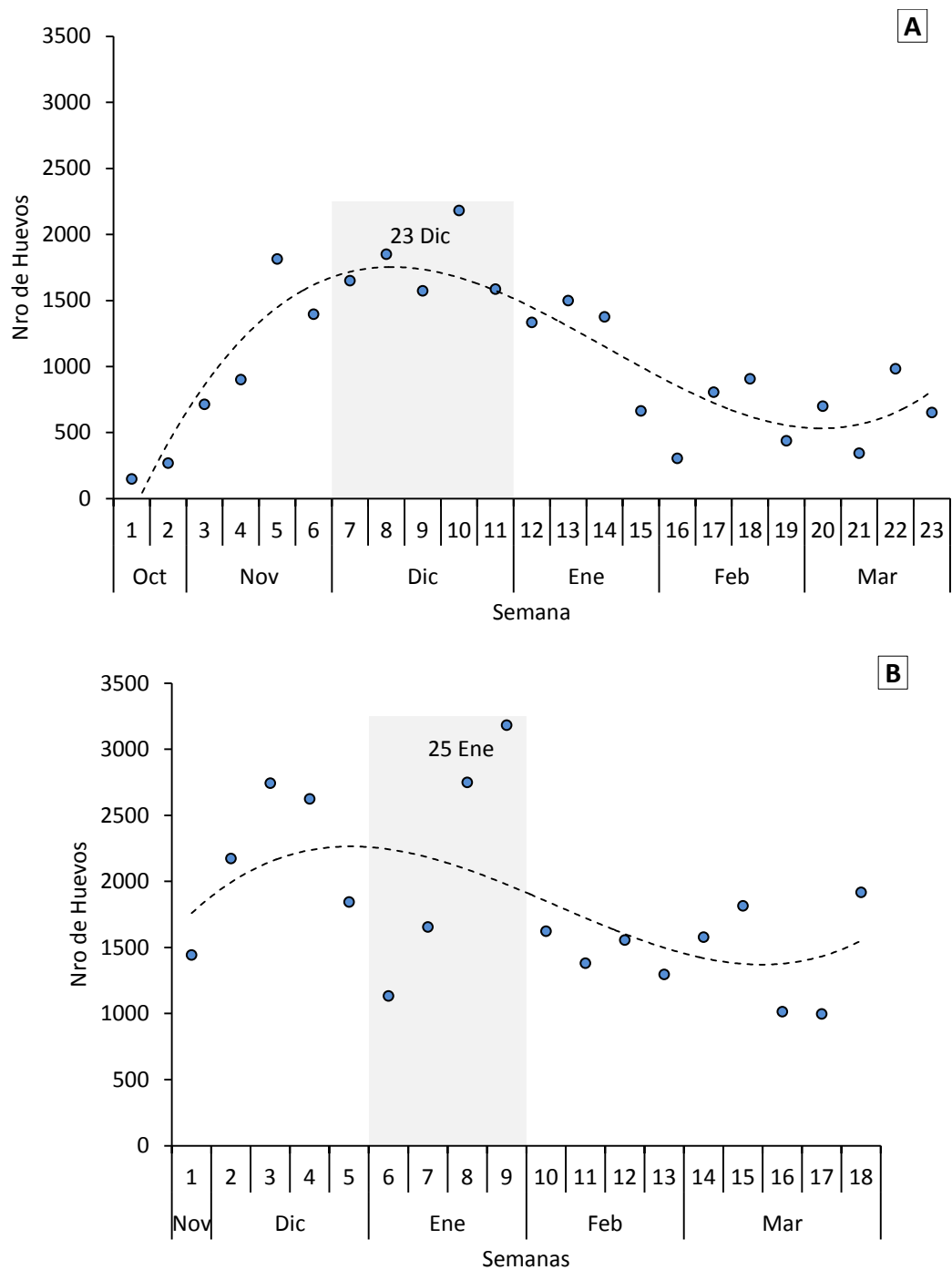


Figura 6. Incremento de oviposición de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia Chaco. A- P1: 21 de octubre de 2015 al 23 de marzo de 2016. B- P2: 30 de noviembre de 2016 al 29 de marzo de 2017. En gris representa el mes y la fecha donde se registró la máxima cantidad de huevos semanal.

Discusión

En décadas pasadas, en regiones subtropicales de Argentina se observaron dos patrones de actividad de ovipostura de *Ae. aegypti*, por un lado, en el NOA en las localidades de Tartagal, Salvador Mazza, Aguaray y Orán (provincia de Salta), Micieli y Campos (2003) detectaron actividad todo el año, mientras que, en el NEA (Resistencia, Chaco), Stein et al. (2005) y Stein y Oria (2002) detectaron actividad entre octubre y junio con interrupción en los meses de invierno. Este patrón volvió a presentarse en el NOA una década después (Estallo et al. 2015) en Salta nuevamente, pero no en Tucumán, donde se registró interrupción de la actividad en junio de 2013 (y picos de abundancia entre febrero y abril (2012-2013)) (Rodríguez et al. 2015a) y a partir de mayo a agosto del año 2014 (Rodríguez et al. 2015b).

Para el NEA, en la ciudad de Resistencia los resultados del presente estudio mostraron para el primer año de muestreo, una actividad de oviposición casi continua (con excepción de la semana 21), no así para el segundo año, con interrupción de 7 semanas consecutivas (1 huevo detectado) en el invierno (semana 11, correspondiente al 15-06, a la semana 17 del 27-07), aunque este lapso de tiempo fue menor que lo hallado en estudios previos (Stein et al. 2005). En Santo Tomé (Corrientes), durante noviembre 2016 a diciembre 2017 no se detectó ovipostura de *Ae. aegypti* en el mes de agosto (Leporace 2017), por el contrario, en la siguiente temporada se detecta desde mediados de junio 2017 a casi finales de septiembre del mismo año (Santini y Leporace 2018). Estas diferencias observadas en el primer y segundo período de muestreo corresponden a variaciones en las condiciones climáticas anuales y son coincidentes con lo hallado por Estallo et al. (2015) en Orán, Salta (NOA). Así el patrón temporal de la actividad de ovipostura de *Ae. aegypti* en nuestro estudio quedó comprendido entre la segunda semana de octubre y tercera de abril para ambos años, con dos picos de abundancia, uno mayor entre los meses de diciembre y enero (verano) y uno menor entre la segunda o tercera semana de abril (otoño). Estos picos de abundancia coinciden con los registros de casos de dengue en la región (BEN 2009, 2016). A diferencia de lo hallado en el NEA, en Salta (NOA) Micieli y Campos (2003) y Estallo et al. (2015) encuentran el mayor pico de abundancia a principios del otoño y otro menor en el verano.

En la región templada de Argentina, la actividad de ovipostura de *Ae. aegypti* se caracteriza por la interrupción en la estación fría (junio-septiembre), asociada principalmente a la temperatura, con decrecimiento a partir del otoño e incrementos nuevamente a finales de la primavera y principios del verano (Campos y Maciá 1996, Domínguez et al. 2000, Schweigmann et al. 2002, Micieli et al. 2004, Vezzani et al. 2004, De Majo et al. 2013, Yossen 2015, Fisher et al. 2016). En el presente estudio, la mayor actividad de ovipostura se registró entre la cuarta semana de noviembre y segunda de febrero, señalando así el período de mayor riesgo epidemiológico, aunque esas abundancias preceden a los casos de dengue que en la provincia de Chaco se presentan generalmente a partir del mes de enero y continúan hasta el mes de mayo (BEN, 2009, 2016).

En numerosos estudios se ha demostrado la influencia de las variables meteorológicas como la temperatura, humedad, precipitación y presión de vapor de agua y la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* (Domínguez et al. 2000, Micieli y Campos 2003, Stein et al. 2005, Zeidler et al. 2008, Djunko Miyasaki et al. 2009, Rodríguez et al. 2013, Serpa et al. 2013, Montero et al. 2014, Estallo et al. 2015, Soares et al. 2015, Yossen 2015, Aponte 2017, Prado et al. 2017, Santini y Leporace 2018, Barreto et al. 2020, Benitez et al. 2021, Sánchez-Díaz et al. 2021, Nascimento et al. 2021). Donalisio y Glasser (2002) encontraron que la temperatura mínima es el factor climático más importante que determina la actividad o niveles de infestación de *Ae. aegypti* en Brasil.

En nuestro estudio se observó que la actividad de ovipostura de *Ae. aegypti* estuvo principalmente asociada a la temperatura, presión de vapor de agua y precipitaciones acumuladas, similar a otros trabajos de climas subtropicales (Micieli y Campos 2003, Stein et al. 2005, Rodríguez et al. 2015a, Estallo et al. 2015, Santini y Leporace 2018), no así con la humedad relativa (Micieli y Campos 2003, Estallo et al. 2015).

El inicio de la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* se asocia con los incrementos en la temperatura y la frecuencia semanal de precipitaciones, siendo máxima entre los meses de

noviembre, diciembre y enero de ambos años. Durante el invierno de 2015 (junio-agosto), tanto las precipitaciones semanales acumuladas y las temperaturas mínimas promedio estuvieron por encima de los 20 mm y 14 °C, respectivamente, en la mayoría de las semanas (valores de precipitación acumulada menores a los 5 mm se registraron en 4 semanas y las temperaturas mínimas promedio de 14 °C, sólo en 3 semanas), lo que posibilitaría la actividad de adultos de *Ae. aegypti* de manera continua, aunque en baja densidad registrándose OTP de manera muy fluctuante. Sin embargo, en el invierno de 2016, las condiciones fueron más desfavorables, las precipitaciones se concentraron en una semana o al principio del mes o al final, y durante las semanas 11 (15-06) a la 17 (27-07) de 2016, la temperatura promedio mínima fue de 9 °C, un valor por debajo del umbral térmico de desarrollo propuesto por Domínguez et al. (2000) de 12,8 °C en condiciones naturales y el propuesto por Grech et al. (2015) para condiciones constantes de temperatura de 11,1 °C. Las temperaturas medias estuvieron por debajo de los 15 °C, inferior a 16,5 °C de mínima para el inicio de la actividad de oviposición en Resistencia (Stein et al. 2005). En el presente estudio la proporción de OTP comenzó a descender a partir del mes de mayo. Para regiones templadas la actividad de oviposición del vector no fue detectada por debajo de los 17 °C o 13,9 °C (Campos y Maciá 1996, Domínguez et al. 2000, Micieli et al. 2004, Vezzani et al. 2004, Breser et al. 2013, Yossen 2015). Dentro de la región templada, en la franja del límite sur de su distribución, se observó en Bahía Blanca y Tandil una disminución de la oviposición durante el mes de abril con valores casi nulos a nulos en mayo (Vezzani et al. 2023).

La cantidad de huevos de *Ae. aegypti* registrados presentó una asociación significativa para siete días previos a la colecta, para variables como las temperaturas máximas, mínimas, promedio y presión de vapor de agua. Estos resultados son similares a los obtenidos por Honorio et al. (2009) que observan un efecto positivo y significativo entre la abundancia de huevos y la temperatura con una semana de retraso. Dibo et al. (2008) registraron que los picos máximos de la actividad de oviposición y las cantidades máximas de huevos son precedidos por semanas previas con fluctuaciones leves en las temperaturas máximas, promedio y mínimas. Estallo et al. (2015) observaron que el incremento en la temperatura mínima promedio que asciende por

encima de los 10 °C (umbral crítico de desarrollo del vector), se ve reflejado en el aumento de la actividad de oviposición 3 semanas después. En la ciudad de Córdoba cuando la temperatura mínima esta por encima de los 15 °C y se mantiene por siete semanas el registro promedio de huevos puede ascender 3,91 veces más (Benitez et al. 2021). Para las localidades de Villa María, Río Cuarto y Salsipuedes (Córdoba), la abundancia de huevos estuvo más asociada a la temperatura nocturna que a la temperatura diurna cuando el intervalo de tiempo fue de 1 a 2 semanas previas a la colecta por OT (Sánchez-Díaz et al. 2021).

En este estudio, la cantidad de huevos y OTP presentaron una asociación significativa con la precipitación acumulada, con un tiempo de retraso de 4 semanas, coincidente con los resultados de Domínguez et al. (2000) para la ciudad de Córdoba con clima templado. En Salsipuedes (Córdoba) la precipitación semanal tiene efectos positivos en la presencia y la abundancia de huevos por OT (Sanchez-Díaz et al. 2021). El efecto positivo de la precipitación con 3-5 semanas de retraso, es atribuible a que impacta en la producción de nuevos sitios de cría, haciendo que las hembras no restrinjan la ovipostura a un único criadero, sino que tiendan a buscar nuevos hábitats larvarios (Chadee 2009) y, además, también estimula la eclosión de huevos existentes (Honorio et al. 2009). Chadee (2009) observa que la hembra de *Ae. aegypti* distribuye entre 11 a 30 huevos por hábitat. En el presente estudio se observó una mayor fluctuación semanal del número de OTP cuando la frecuencia de las precipitaciones también fue más fluctuante, determinando cambios en la disponibilidad de hábitats.

Por otro lado, Mogi et al. (1990) han sugerido que la proporción de OTP es un buen predictor de la presencia del vector en comparación con el número de huevos por trampa. En el presente estudio hallamos cantidades de 1200 huevos distribuidas en 5 OTs y menos de 800 en 23 OTs, condición que se presentó en las épocas favorables (mayores temperaturas y precipitaciones) y 270 huevos en 12 OTs y 580 huevos en 1 OT, como ocurriera en junio de 2015 (época desfavorable), corroborando que la disponibilidad de hábitats es uno de los factores clave que podría determinar, por un lado, una distribución de huevos contagioso en pocas OT (Mogi et al. 1990) o una distribución aleatoria en varias trampas (Frank y Linn 1982), y, por el otro lado, una

elevada dispersión de la cantidad de huevos en el registro semanal (Nacimiento et al. 2020). Así mismo, la cantidad de huevos por OT puede responder más a factores azarosos que a los niveles de fluctuación de la población del vector como afirman De Majo et al. (2013). En la vigilancia de *Ae. aegypti*, aquellos índices que aumentan rápidamente a pesar de haber bajos niveles poblacionales son útiles para definir áreas de infestación local (Tinker 1959).

En otros trabajos, el régimen de precipitación y la actividad de ovipostura han demostrado patrones controversiales, sin una clara asociación (Barbosa et al. 2008, Resende et al. 2013, Fischer et al. 2016, Heinisch et al. 2019, Sanchez-Díaz et al. 2021), sin embargo, la abundancia de hembras y lote de huevos colectados en campo tiende a seguir los patrones de incremento con las precipitaciones, pero con una a dos semanas de retraso (Barbosa et al. 2008, Dibo et al. 2008, Resende et al. 2013). En las localidades de Cayastá y ciudad de Santa Fe, Yossen (2015) observó que las primeras oviposiciones de *Ae. aegypti* fueron precedidas por las primeras lluvias primaverales ocurridas entre 4 o 5 semanas previas y cuando las temperaturas medias ascendieron a 18 °C. La distribución regular y frecuente de las precipitaciones son eventos favorables para la dinámica poblacional al ser comparados con períodos secos (Fisher et al. 2016). Almirón et al. (2000) para *Ae. albifasciatus*, mediante la modificación de un índice meteorológico, que relaciona las precipitaciones y temperaturas previas a la fecha de colecta de mosquitos, denominado Agua Remanente del Criadero, determinaron que éste correlacionó significativamente con la densidad de adultos. En los meses con mayor cantidad de lluvia caída en el período cálido o de mayor temperatura la actividad del vector alcanzaría mayor abundancia a partir de la interacción de estas dos variables (Yossen 2015, Fisher et al. 2016). También se ha descrito el efecto negativo de la precipitación como consecuencia del bajo registro del número de huevos detectados por la OT para retrasos de 3 a 4 semanas (Benitez et al. 2021, Sanchez-Díaz et al. 2021), lo que estaría vincula al fenómeno de skip-oviposition descrito para esta especie (Abreu et al. 2015, Reinbold-Wasson y Reiskind 2021).

La disociación o asociación negativa entre la humedad relativa y la actividad de ovipostura, resultó opuesto a lo estimado para otras localidades de clima subtropical que en general

presentaron una leve asociación, dónde los bajos niveles de humedad en conjunto con el descenso de la temperatura, produjeron menores abundancias de huevos de *Ae. aegypti* (Micieli y Campos 2003, Estallo et al. 2015). Sin embargo, en climas tropicales húmedos como Macapá (Brasil) la densidad de huevos tiende a estar disociado con la humedad relativa máxima (Costa-Monteiro 2014). Altas temperaturas (35 °C) combinadas con variaciones de humedad entre 60-80%, limitan la producción de huevos, al reducir la supervivencia principalmente de las hembras (Costas et al. 2010). Estallo et al. (2015) afirman que la humedad relativa sola no afecta la actividad de *Ae. aegypti*, sino en combinación con la temperatura. En la ciudad de Resistencia los valores más altos de humedad relativa se registraron a finales del otoño y principios del invierno cuando las abundancias de huevos de *Ae. aegypti* fueron menores. Por otro lado, se observó una tendencia que grandes amplitudes o rangos en los valores de la humedad relativa, de una semana con respecto a una semana previa, fueron registrados con baja densidad de huevos, mientras que, bajas amplitudes en la humedad relativa se correspondieron con altas densidades de huevos.

La cantidad de huevos colectados describe una mayor variación semanal, en comparación, con la ocurrencia de OTP. La variación en el número de huevos colectados en la OT está determinada por los cambios en la fecundidad de hembras (una o varias), mientras que, la variación en el número de OTP es reflejo de la actividad de oviposición de la población del vector en la ciudad (De Majo et al. 2013). Si asumimos que el rango de vuelo es relativamente corto (Nayar 1981, Bergero et al. 2021), coeficientes de variación bajos (CH/OTP) indicarían que la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* tiene mayor presencia temporal y espacial, en comparación con aquellos meses donde los coeficientes de variación son altos (invierno).

En nuestro estudio, los valores de coeficiente de variación se asociaron de manera proporcional y directa a la fluctuación de la temperatura, siendo mayores cuando entre las sucesivas semanas de un mes o una estación las temperaturas oscilaban abruptamente como en la estación de invierno. En regiones subtropicales, los coeficientes de variación de ambos indicadores difieren enormemente entre invierno y verano, siendo esta última estación climática, la que registra menor variación (Micieli y Campos 2003), como en el presente estudio. Por otro lado,

el mayor coeficiente de variación registrado en la primavera de 2016 respecto de la primavera 2015, indicarían que la recuperación de la población del vector fue más lenta luego de un invierno más riguroso. En estudios experimentales, se observó que la fecundidad depende de la magnitud de la fluctuación en la temperatura, siendo que grandes fluctuaciones pueden reducir la cantidad de huevos (Beserra et al. 2006, Costa et al. 2010, Carrington et al. 2013a), la actividad de ovipositora y el número de ciclos gonadotróficos completos (Costa et al. 2010, Carrington et al. 2013b).

Finalmente, a partir de un modelo de regresión cúbica y el umbral térmico propuesto de 16,5° C, se ha registrado la tendencia de incremento poblacional de *Ae. aegypti* en la ciudad de Resistencia. Sin embargo, a esta regresión se deben hacer dos grandes consideraciones. Primero este modelo tiene un valor descriptivo, ya que, solo caracteriza la forma que puede adoptar la actividad de oviposición en las sucesivas semanas. Caso opuesto al polinomio de tercer orden, desarrollado por Estallo et al. (2010), que puede predecir cuándo comienza el incremento poblacional. Segundo, el criterio de selección de la semana 1 está basado en valores de temperaturas mínimas iguales o superiores a 16,5 °C que no corresponde al umbral térmico de desarrollo estimado por Domínguez et al. (2000).

En la ciudad de Orán una vez que es superado el umbral térmico, el crecimiento poblacional comienza a producirse en la semana 9 llegando a ser máximo en la semana 15 (primer período) y la semana 22 (segundo período) (Estallo et al. 2010). En nuestro estudio en el primer período de muestreo, el umbral térmico fue superado a mediados del mes de octubre, mientras que, en el segundo período fue a finales del mes de noviembre. En relación al segundo año de muestreo, en los meses de junio y julio hubo un cese en la actividad de *Ae. aegypti*, con un registro de temperaturas mínimas por debajo de los 15 °C y bajas abundancia de precipitaciones en las semanas previas a la semana 1, lo que pudo ocasionar un retraso en el restablecimiento de las poblaciones del vector, una mayor oscilación del número de huevos depositados y una falta de ajuste de la regresión cúbica. En Orán, el umbral térmico fue superado en el mes de octubre y los ajustes de los modelos fueron similares para los dos períodos de estudio (Estallo et al. 2010).

En áreas donde *Ae. aegypti* se ha establecido, el crecimiento poblacional tiende a incrementarse anualmente en las sucesivas estaciones de cría (Fischer et al. 2016). En la ciudad de Resistencia, durante el segundo período de estudio, la máxima cantidad de huevos semanales registrado corresponde a 3.182, mientras que, en el primer período llegó a 2.181. Este fenómeno podría guardar relación con un aumento de nuevas áreas de infestación (Fischer et al. 2016) o como una forma de compensar la mortalidad de los estados inmaduros (Maciá 2006). *Aedes aegypti* al experimentar una acumulación de temperaturas bajas, puede establecer un gradiente de respuestas que va, desde una mortalidad inmediata o con un retraso de 1 semana (Montini et al. 2021) a una prolongación en los tiempos de emergencia de los adultos (De Majo et al. 2021, Montini et al. 2021).

Conclusiones

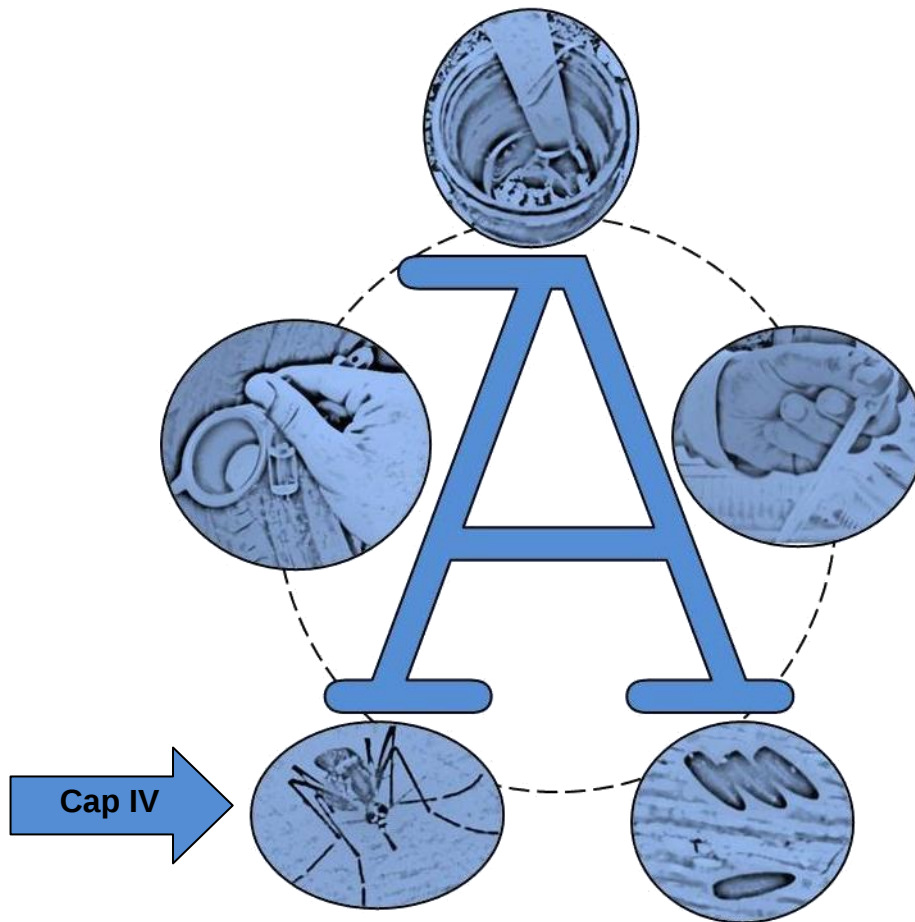
En la ciudad de Resistencia, la actividad de oviposición de *Aedes aegypti* tiene su máximo registro entre los meses de noviembre a marzo. Luego de este período, la oviposición puede mantenerse con bajos valores durante todo el invierno o interrumpirse completamente en el mes de julio.

Las variables meteorológicas presión de vapor de agua, temperatura mínima, máxima y promedio, tienen una asociación directa con la cantidad de huevos, como así también, con el número de registro de oviposturas en la ciudad.

El máximo valor que ambos indicadores de la oviposición pueden alcanzar sería próximo a los 75% de humedad relativa mensual, cuando se supera ese valor comienza a descender la ovipostura.

Ambos indicadores de la actividad de oviposición (número de huevos y ovitrampas positivas) demostraron ser útiles herramientas para caracterizar y describir los patrones estacionales y las asociaciones con las variables meteorológicas.

CAPÍTULO IV: ESTADISTICOS VITALES DE *Aedes aegypti*



*“...El aumento de casos es por culpa de Javi
Que se la pasa criando mosquitos.”
(Conversación de un grupo de Whatsapp)*

Introducción

Las condiciones ambientales varían en el tiempo y espacio, por lo tanto, los individuos de una población son continuamente desafiados para mantener su homeostasis. Los efectos fisiológicos del clima sobre las especies ectotérmicas, suelen estar relacionados con el balance hídrico y el equilibrio térmico (De la Vega y Schiman 2015). Para muchos organismos ectotérmicos existe una relación entre su desarrollo y la temperatura. Esta relación puede provocar cambios comportamentales, fisiológicos o límites en su rango de distribución (Stiling 2015).

En particular, el crecimiento poblacional de los mosquitos se relaciona con ciertos atributos como, la supervivencia bajo condiciones naturales, períodos de preoviposición, fecundidad y la emergencia de adultos, entre otros (Maciá 2006). Los incrementos de la temperatura posibilitan un rápido desarrollo y emergencia de adultos, por el contrario, el descenso de temperatura retrasa esos tiempos (Almirón y Brewer 1996, Domínguez et al. 2000, Fontanarrosa et al. 2000, Fava et al. 2001, Loetti et al. 2007, 2008, 2010, 2011, Grech 2015, De Majo et al. 2017, 2019, Grech et al. 2023). Por otro lado, un mayor tiempo de desarrollo puede exponer a una alta mortalidad en los estados inmaduros y como consecuencia alterar la supervivencia de adultos (Maciá 2006, De Majo et al. 2017).

En mosquitos de importancia sanitaria, la información sobre la relación entre la temperatura, el desarrollo y la supervivencia de diferentes estados es útil para diseñar estrategias de control vectorial (Grech et al. 2015), para ello, las tablas de vida proveen el conocimiento para identificar los estados y/o estadios con mayor susceptibilidad a la mortalidad (Campos y Lounibos 2000). Su elaboración nos permite estimar la supervivencia de diferentes estados de desarrollo, la tasa de crecimiento (Campos y Sy 2003), fecundidad (Tejerina et al. 2009, Grech et al. 2010 y Muttis et al. 2018), entre otros parámetros, todo ello además para diferentes condiciones ambientales (Domínguez et al. 2000, Grech et al. 2023). Estudios comparativos con poblaciones de *Ae. aegypti* de diferentes regiones de Argentina han sido desarrollados en condiciones de laboratorio, sin embargo, las variaciones observadas fueron atribuibles a adaptaciones locales de cada región

(Tejerina et al. 2009, Grech et al. 2010, Muttis et al. 2018, De Majo et al. 2021). En estudios de campo, los trabajos realizados han abarcado una sola estación climática (Maciá 2006, De Majo et al. 2017, Montini et al. 2021) y, rara vez, las cuatro estaciones (Domínguez et al. 2000). Describir cómo los cambios estacionales afectan el ciclo de vida de *Ae. aegypti* nos permitiría conocer la influencia de la temperatura y otras variables climáticas en el tiempo de desarrollo, en la supervivencia y fecundidad de estos mosquitos, y, por ende, en el crecimiento poblacional.

En este capítulo vamos a estimar los estadísticos vitales de la población de *Ae. aegypti* de la ciudad de Resistencia, criadas en condiciones semi-naturales durante las cuatro estaciones climáticas.

Materiales y métodos

Para la estimación de estadísticos vitales se utilizaron larvas colectadas de cada estación climática provenientes de recipientes artificiales encontrados en el cementerio municipal de la ciudad de Resistencia. Las mismas fueron criadas en condiciones de laboratorio hasta el estado adulto a un fotoperíodo de (12L:12O), humedad relativa 60% y temperatura 25 ± 1 °C. De esos adultos emergidos, luego de la cópula, las hembras se alimentaron con sangre y se obtuvieron huevos de primera generación (F1). A partir de esos huevos se establecieron 3 réplicas de entre 40-100 larvas del primer estadio criadas en condiciones semi-naturales (exterior del insectario del Instituto de Medicina Regional, un área acondicionada para tal fin, ubicado en el Campus de la UNNE) por cada estación climática (Figura 1). Las larvas se mantuvieron en bandejas de 750 ml conteniendo 50% de agua y se alimentaron diariamente con hígado en polvo, hasta la transformación en pupas. El alimento que precipitaba al fondo era retirado con pipetas. Las pupas se traspasaron a vasos de plástico de 6 cm de alto por 4,5 cm de ancho, transparentes rotulados con el número de réplica y fecha de pupación, colocando no más de 10 pupas por vasos, cuyo extremo era tapado con una tela fina de tul. A los adultos emergentes se les proporcionó una solución de agua azucarada al 10%, embebida en algodón ubicado en un recipiente dentro de cada jaula. A las hembras se les ofreció alimentación sanguínea, 2 veces por semana consistente en sangre heparinizada de bóvido contenida en un tubo falcón con glicerol para mantener en

estado líquido la sangre. La sangre estaba en contacto con el glicerol mediante un film y en el extremo del tubo, la tapa tenía un orificio recubierto por film que permitía a las hembras alimentarse (Costa-da-Silva et al. 2013). Este método de alimentación se llevo a cabo con un tiempo estimado de 10 a 15 minutos momento en el que la sangre perdía temperatura y comenzaba a cuagularse. Para la oviposición, se colocaron dentro de las jaulas 2 vasos de plástico transparentes con papel de filtro blanco adheridos a la pared interior y agua de clorinada. Los adultos muertos fueron retirados y los huevos puestos sobre el papel, eran removidos de las cajas para su conteo cada vez que eran observados en el registro diario. Se registró el tiempo de desarrollo de cada estadio/estado, estimado a partir de una inspección visual de los inmaduros y la remoción de exuvias (indicador de cambio de estadio). El número de larvas y pupas muertas fue contabilizado diariamente. La longevidad de adultos se estimó mediante el número de machos y hembras muertos diariamente. A partir del registro de huevos, en cada estación, se pudo determinar la primera edad reproductiva, última edad reproductiva y máximo esfuerzo reproductivo.



Figura 1. Jaula entomológica para cría de poblaciones de *Aedes aegypti* de la ciudad de Resistencia (Chaco). A-Vista general. B-Interior de la jaula. C-Detalle de la ubicación de dos cohortes.

Se establecieron 5 cohortes estacionales de *Ae. aegypti* durante el período 2015 a 2017 (invierno y primavera 2015, otoño 2016, verano e invierno de 2017). En todas las tablas de vida de larvas y pupas el número de repeticiones fue 3, mientras que, en las correspondientes tablas de adultos, las repeticiones oscilaron de 1 a 3 dependiendo de la cantidad de hembras adulto emergidos y formar pares con los machos (menor a 10 pares fue descartado). En la cohorte de invierno 2015 la mortandad de larvas y pupas permitió una única repetición para formar la tabla de vida de adultos. Por el contrario, en la cohorte de verano 2017, la mortandad de adultos en las 3 réplicas armadas, solo nos permitió una única tabla de adultos confeccionada a partir de huevos remanentes de esa estación. Durante ese ensayo la temperatura máxima fue superior a 35 °C durante 5 días consecutivos (Figura 4.1S en Material Suplementario).

En las tablas de vida de adultos de las cohortes de invierno 2015, primavera 2015 y otoño 2016, los machos y las hembras permanecían juntos en las mismas jaulas hasta el final del experimento. En estas cohortes el acceso a solución azucarada estuvo disponible para machos y hembras. En las tablas de vida de otoño 2016 la emergencia del total de las hembras para formar pares de adultos por cada réplica demoró entre 1 a 2 semanas.

En las cohortes de verano 2017 e invierno 2017, machos y hembras permanecían juntos solo por una semana, para asegurar la cópula, luego de ese tiempo eran separados en diferentes jaulas. Esta modificación en el diseño se llevó a cabo porque, en las cohortes anteriormente mencionadas, las hembras de *Ae. aegypti* registraron una extensiva supervivencia en el tiempo atribuible al acceso de solución azucarada que poseían. En la cohorte de invierno 2017, solo se realizó la tabla de vida de adultos.

Construcción y definiciones de los estadísticos vitales de larvas y pupas

Tiempo de desarrollo: Es el número de días que pasa un individuo en un determinado estadio/estado, obtenido por la substracción de t_{n+1} por t_n , siendo t_n y t_{n+1} el número de días que transcurrieron hasta acumular la mayor cantidad de individuos de un estadio/estado y el siguiente estadio/estado respectivamente. En el caso de que la mayor cantidad de individuos de un

estadio/estado se mantuvo dos días seguidos se usó el valor medio de ambos días. Estimado a partir de Larva I a Pupa.

$$TD = t_{n+1} - t_n$$

Mortalidad de larvas + pupas (estado preimaginal): Es el cociente entre la cantidad de larvas muertas sumadas a las pupas muertas sobre el número total de larvas de estadio I usado al inicio del experimento.

$$M = \frac{L + P_{muertos}}{Nro\ de\ LI_{iniciales}}$$

Supervivencia de larvas + pupas (estado preimaginal): Fue expresada como la cantidad de individuos que emergieron como adulto, y, por ende, que llegaron a completar su desarrollo. Es el cociente entre el número de adultos emergidos sobre el total de larvas I utilizadas al inicio de cada cohorte, calculada para cada sexo.

$$S = \frac{Adultos\ emergidos}{Nro\ de\ LI_{iniciales}}$$

Sex ratio: es el número o proporción de machos y hembras emergidos diariamente por cada estación climática.

Construcción y definiciones de los estadísticos vitales de adultos

Supervivencia (l_x): Representa la probabilidad de supervivencia de un adulto a una edad determinada. Es el cociente entre el número de adultos vivos de una edad determinada (número de días posteriores al día de emergencia) sobre el número de adultos vivos al iniciar la cohorte (día 1 desde la emergencia).

$$l_x = \frac{Adultos\ vivos\ de\ edad\ x_i}{Nro\ de\ Adultos_{iniciales}}$$

Fecundidad (F_x): es el número de huevos totales registrados durante un día.

Fecundidad diaria (m_x): Representa el promedio de postura de huevos en un día. Es el cociente entre el número de huevos totales puestos por todas las hembras sobre la cantidad de hembras vivas en un momento dado.

$$m_x = \frac{F_x}{\text{Hembras de edad } x_i}$$

Longevidad de adultos: Es el número de días transcurridos desde la emergencia hasta el deceso de la mitad de los individuos adultos puesto por cada cohorte (individuos de la misma edad). Registrado para cada sexo.

$$L = d_{n1}, d_{n2}, \dots, d_{nk} \frac{1}{2}$$

Primera edad reproductiva (α): Es el primer día en el que fue registrada postura de huevos de toda la cohorte.

Última edad reproductiva (ω): Es el último día en el que fue registrada la postura de huevos de toda la cohorte.

Máximo esfuerzo reproductivo (Y): Es el día de vida en donde se obtuvo el valor más alto de la fecundidad diaria.

Expectativa de vida (e_x): Es el tiempo estimado en días que le queda por vivir a un individuo de una edad determinada, estimada a partir del primer día de ovipostura registrado. Es el cociente entre el valor T_x o número de días totales vividos o que le resta por vivir a los individuos de una cohorte dividido por l_x (supervivencia) a una edad determinada. El valor T_x representa la sumatoria de todos los L_x o número promedio de individuos vivos en cada clase de edad. L_x es obtenido como la suma del número de individuos vivos a la edad x y los individuos vivos de edad $x+1$ sobre dos.

$$L_x = \frac{n_{xi} + n_{xi+1}}{2}$$

$$T_x = \sum_{x_i}^{x_n} L_x$$

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Aunque es posible estimar la e_x desde el momento de haber emergido como adulto, para el caso de *Ae. aegypti*, al estimar la esperanza de vida luego de desarrollar su primera ovipostura conocemos el número de días potenciales en que podría ocurrir la transmisión del virus dengue.

Tasa media reproductiva neta (Ro): Representa el número promedio de descendencia dejada por un individuo a lo largo de su vida. Es la sumatoria del producto de la supervivencia (l_x) y fecundidad diaria (m_x) registrados desde el inicio hasta el final de una cohorte.

$$Ro = \sum l_x m_x$$

Tiempo generacional (T_G): Es el tiempo medido en días en que una generación parental es reemplazada por el nacimiento de su descendencia. Es el cociente obtenido entre la sumatoria del producto de la fecundidad diaria, supervivencia y días de vida transcurridos de las hembras, sobre la Tasa Media Reproductiva Neta.

$$T_G = \frac{\sum x_i l_x m_x}{Ro}$$

Tasa intrínseca de incremento natural (r): Es un valor que describe el cambio en el tamaño de una población establecido por individuo y unidad de tiempo. Es el logaritmo natural del cociente entre la Tasa Media Reproductiva Neta y el Tiempo Generacional.

$$r = \frac{\ln Ro}{T_G}$$

Análisis de datos

Previamente antes del análisis estadístico, los datos fueron revisados para comprobar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. La normalidad fue medida por la prueba

de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas por el test de Fligner-Killeen. Datos referidos a la validación de los supuestos figuran en la Tabla 4.1S en Materiales suplementario.

El tiempo de desarrollo (de LII a Pupa), mortalidad de inmaduros y supervivencia por sexo fue analizado utilizando ANOVA de una vía no paramétrico (Kruskal-Wallis), y las diferencias significativas entre las cohortes (F1) provenientes de las cuatro estaciones climáticas (tratamientos) fueron analizadas por la prueba de comparaciones múltiples de Media de Rangos. Como el tiempo de desarrollo de la LI fue de un día en todos los casos, no se analizó para buscar diferencias entre estaciones climáticas. La proporción de sexos emergidos por cada cohorte se analizó mediante la prueba de Wilcoxon para muestras apareadas.

Se estimó el umbral térmico de desarrollo de larvas y pupas a partir de los coeficientes obtenidos de una regresión lineal estimada por el método de cuantiles. Este no establece suposiciones sobre la distribución de los datos subyacentes y es resistente a los valores atípicos. En la expresión 1 se define el valor b que adopta una variable y_i cuando se desea estimar un determinado cuantil τ , en donde una proporción de las observaciones quedan por debajo del cuantil τ y la otra proporción por encima $(1 - \tau)$.

$$1) \text{Min } b \left[\sum_{y \geq b} \tau |y_i - b| + \sum_{y \leq b} (1 - \tau) |y_i - b| \right]$$

De manera similar, la expresión 2 permite obtener los coeficientes o parámetro de una regresión de fórmula general igual a $y = Xi\beta_{1\tau} + \beta_{0\tau}$.

$$2) \text{Min } \beta_{\tau} \left[\sum_{y \geq Xi\beta_{\tau}} \tau |y_i - Xi\beta_{\tau}| + \sum_{y < Xi\beta_{\tau}} (1 - \tau) |y_i - Xi\beta_{\tau}| \right]$$

Se minimiza las desviaciones absolutas ponderados con peso asimétrico, es decir, a cada desviación correspondiente de la observación y_i se le da más o menos peso según el cuantil cuya recta de regresión se esté estimando $Xi\beta_{\tau}$. Si los residuos son positivos se pondera con τ , mientras que, los residuos negativos son ponderados por $1 - \tau$.

Koenker et al. (2022) incorporan otras funciones (equivalentes a la expresión 2) y desarrolla una modificación del algoritmo Barrodale y Roberts (1973), entonces el problema de minimización de desvíos se formula como una función lineal de parámetros. El valor τ seleccionado en nuestro estudio fue el cuantil 2 (0,5) o la mediana.

Para cada estadio larval y estado pupal de desarrollo, se contó la cantidad de días en que demoraban los individuos en pasar al siguiente estadio/estado, registrándose la temperatura media de esos días. Se estimó la tasa de desarrollo (1/días) por estadio/estado para correlacionarlo con la temperatura media y realizar el modelo de regresión lineal ($y = ax + b$). El umbral térmico se calculó como el cociente de b sobre a . La significancia del modelo fue establecida por una prueba de desviación del modelo ajustado contra un modelo nulo (sin contener la variable independiente temperatura media).

La fecundidad (F_x) y fecundidad diaria (m_x) se analizó considerando 2 criterios, correspondientes a dos métodos empleados en la construcción de las tablas de vida de adultos, con acceso a solución azucarada (machos y hembras criando juntos en la misma jaula) y sin acceso a solución azucarada (luego de habérselos mantenido una semana juntos estos fueron ubicados en jaulas separadas por sexo). Para el primer método se usó el ANOVA de Welch y Kruskal Wallis, y para el segundo método, la prueba t de Student y Mann Whitney para muestras independientes respectivamente. Las diferencias en la longevidad de adultos fueron medidas por la prueba t de Student.

El t de Student y el ANOVA de Welch usado en F_x , se realizó con bootstrap paramétrico cuando no eran mantenidos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (Logan 2010). Un test de comparación múltiple se usó siguiendo el procedimiento de Holm para corrección de los p -valores al detectar diferencias significativas en el ANOVA.

Cambios en la e_x para hembras con y sin acceso con solución azucarada fue evaluado por la prueba de Mann Whitney y la confección de curvas de supervivencia con el parámetro l_x .

Asociaciones de los parámetros poblaciones **R₀**, **T_G** y **r** con el número de días con oviposturas (DCO), número de días sin oviposturas (DSO) y número de huevos fueron medidos con el coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

Los datos fueron analizados con los softwares Infostat versión 2020 y R version 4.1.0 (2021). Fueron utilizados los paquetes stats, boot, quantreg (Koenker et al. 2022), coin (Hothorn et al. 2021), PMCMRplus (Pohlert 2022) y rcompanion (Mangiafico 2022). Las funciones utilizadas fueron shapiro.test, fligner.test, kruskal.test, oneway.test y t.test (stats), kwAllPairsConoverTest (PMCMRplus), wilcoxsign_test y wilcox_test (coin), rq (quantreg) y boot (boot).

Resultados

En la Tabla 1 figuran detalles de las cohortes estacionales realizadas, número de individuos utilizados por réplicas y condición de los ensayos. En la redacción a partir de aquí y en adelante, el término inmaduro se utiliza para hacer referencia a larvas y pupas en su conjunto. La denominación estacional (invierno, primavera, otoño, verano) asignada a las tablas de vida de los adultos corresponde a la estación de origen, cuando estos eran inmaduros, pese a que por su duración se solapa con la estación subsiguiente. Sin embargo, este solapamiento será tenido en cuenta a la hora de realizar las correspondientes discusiones de los datos.

Tabla 1. Características generales de cada cohorte estacional de *Aedes aegypti* realizadas en condiciones semi-naturales entre el período 2015 a 2017, en la ciudad de Resistencia (Chaco).

Condición	Cohorte (F1)	Réplicas Inmaduros	N	Réplicas Adultos	N
Con acceso a solución azucarada	Invierno 2015	3	50	1	10
	Primavera 2015	3	40	2	20
	Otoño 2016	3	60	3	10
					15
Sin acceso a solución azucarada	Verano 2017	3	100	1	18
	Invierno 2017	-	-	3	20

N: indica el número de individuos utilizados en cada réplica.

1-Estadísticos vitales de lavas y pupas

Durante la elaboración de las tablas de vida de larvas y pupas, el tiempo entre el inicio y la finalización de cada cohorte varió de acuerdo con la temperatura promedio, registrando diferencias significativas en cada estación ($H = 51,30$, $gl=3$, $p\text{-valor}<0,0001$). En rangos de temperaturas entre los 15 a 18 °C, durante las estaciones de otoño 2016 e invierno 2015, se observó que pueden extender de 30 a 39 días el tiempo de permanencia de larvas a pupas. En cambio, en primavera 2015 y verano 2017 el tiempo se redujo entre 10 a 14 días con promedio de temperatura de 26 °C (Tabla 2).

Tabla 2. Duración de la cohorte de los estados larva y pupa de *Aedes aegypti*, en días, y temperatura media de la estación climática en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Cohorte	Inició	Finalizó	Días	T° Media	DE
Invierno 15	09-ago-15	16-sep-15	39	18,59 ^c	4,45
Primavera 15	12-dic-15	21-dic-15	10	26,97 ^a	2,24
Otoño 16	25-abr-16	24-may-16	30	15,19 ^b	2,85
Verano 17	20-ene-17	02-feb-17	14	26,74 ^a	2,87

DE: desvío estándar. Letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas ($p<0,05$).

Tiempo de desarrollo

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre estaciones en los tiempos de desarrollo por cohorte para los estadios larvales LII ($H = 9,05$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,028$) y LIV ($H = 8,76$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,032$), no así el estadio larval LIII ($H = 6,43$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,09$) y el estado de pupa ($H = 2,96$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,39$) (Tabla 3).

Tabla 3. Mediana del tiempo de desarrollo en días para los diferentes estadíos larvales y estado pupal de *Aedes aegypti*, en cada cohorte estacional, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Estado/Estadio	Invierno 2015	Primavera 2015	Otoño 2016	Verano 2017
*Larva I	1	1	1	1
Larva II	2 ^a	1 ^a	8 ^b	2 ^{ab}
**Larva III	3	2	3	2,5
Larva IV	11 ^b	1 ^a	2 ^{ab}	1,75 ^a
**Pupa	6	3	6	2,75
***Larva-Pupa	23	8	20	10

*No se consideraron en el análisis estadístico de Kruskal-Wallis, en todas las réplicas de las colonias el tiempo de desarrollo fue un día. **El análisis de Kruskal-Wallis no fue significativo y no se realizó un test post hoc. ***No se consideró en el análisis estadístico, solo describe tendencia general. Letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas ($p < 0,05$).

Mortalidad de larvas y pupas

Se detectaron diferencias significativas en la mortalidad conjunto de larvas y pupas ($H = 9,65$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,0217$), siendo más notorio en las cohortes de invierno 2015 con una proporción mediana de 0,76 (Tabla 4). La estación con el mayor registro de mortalidad (sin discriminar por réplicas) fue el invierno 2015 con un 72%, seguido por otoño 2016 con 33% y verano 2017 con 11% (Tabla 5). Durante la estación de primavera 2015 todos los individuos llegaron al estado adulto.

Tabla 4. Proporción de la mortalidad de las larvas y pupas de *Aedes aegypti*, en cada cohorte estacional, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Estación	Mediana	Q1	Q3
Invierno 2015	0,76 ^c	0,42	0,94
Primavera 2016	0 ^b	0	0
Otoño 2016	0,16 ^{ac}	0,16	0,63
Verano 2017	0,075 ^{ab}	0	0,11

Q1: 25% de los datos; Q3: 75% de los datos; letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas ($p < 0,05$).

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad de cada estadio larval y estado pupal de *Aedes aegypti* por colonia estacional en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Estado/Estadio	Invierno 2015	Primavera 2015	Otoño 2016	Verano 2017
Larva I	0	0	27	2
Larva II	19	0	4	5
Larva III	46	0	0	0
Larva IV	6	0	<1	3
Pupa	1	0	<1	1
Total	72	0	33	11

Supervivencia de larvas + pupas

No se detectaron diferencias significativas en la cantidad de machos que emergieron en cada cohorte ($H = 6,54$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,087$) y fueron marginales las diferencias observadas para la cantidad de hembras ($H = 7,46$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,058$). Las estaciones con bajos porcentajes de supervivencia totales fueron invierno 2015 con 14% y 10% y otoño 2016 con 24% y 45%, para hembras y machos respectivamente (Tabla 6). Sin embargo, en primavera 2015 la supervivencia ascendió a 40,8% (hembras) y 55,8% (machos), al igual que verano 2017 con 44,3% (hembras) y 47,3% (machos).

Tabla 6. Supervivencia de larvas + pupas (Medianas) de *Aedes aegypti*, por cada cohorte estacional, según sexo que emergió en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Estación	Sexo					
	Macho			Hembra		
	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
Invierno 2015	0,1	0,03	0,25	0,23	0	0,3
Primavera 2015	0,55	0,5	0,63	0,45	0,28	0,5
Otoño 2016	0,53	0,22	0,6	0,27	0,17	0,3
Verano 2017	0,49	0,45	0,5	0,44	0,41	0,45

Q1: 25% de los datos; Q3: 75% de los datos.

Sex ratio

No se detectaron diferencias significativas en la proporción de sexos emergidos para las estaciones de invierno 2015 ($T_{(z)} = -0,10$, $p\text{-valor} = 1$), primavera 2015 ($T_{(z)} = 1,21$, $p\text{-valor} =$

0,312) y verano 2017 ($T_{(z)} = -1,06$, p-valor = 0,297), aunque si en la cohorte de otoño 2016 ($T_{(z)} = 2,25$, p-valor = 0,024) (Tabla 7).

Tabla 7. Adultos de *Aedes aegypti* emergidos, por sexo y en cada cohorte estacional estudiada en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Estación	Adulto	Mediana	Q1	Q3
Invierno 2015	Hembra	9	0	12
	Macho	4	1	10
Primavera 2015	Hembra	18	11	20
	Macho	22	20	25
Otoño 2016	Hembra	16	10	18
	Macho	32	13	36
Verano 2017	Hembra	44	41	45
	Macho	48,5	45	50

Q1: 25% de los datos; Q3: 75% de los datos.

Umbral térmico de desarrollo

Se comprobó que existió una correlación moderada entre la tasa de desarrollo y la temperatura media ($r_s = 0,57$, $n=60$, p-valor $<0,0001$). El modelo lineal ajustado por mediana fue estadísticamente significativo (Wald= 9,27, gl=58, p-valor = 0,003). El umbral térmico obtenido fue de 7,72°C (Tabla 8, Fig. 2).

Tabla 8. Parámetros del modelo $Y = ax+b$. Ordenada (b), pendiente (a) para estimar el umbral térmico de desarrollo de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

	Coeficiente	Intervalo de Confianza
Ordenada	-0,09997	-0,1727 -0,08485
Pendiente	0,01295	0,00957 0,01830

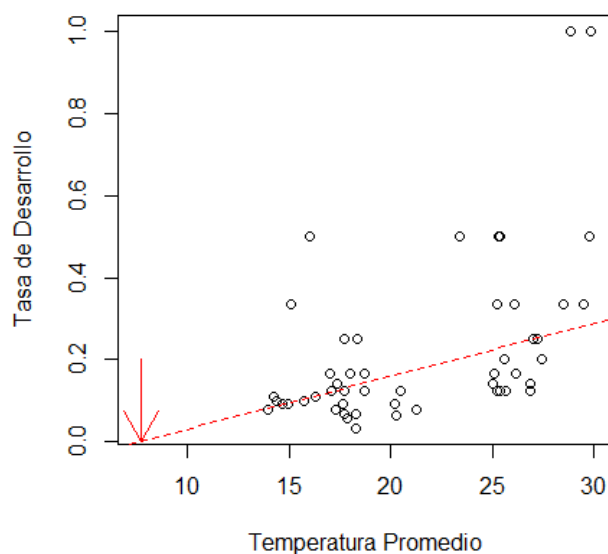


Figura 2. Modelo lineal del tiempo de desarrollo de *Aedes aegypti*. La flecha indica el umbral térmico de desarrollo estimado.

2-Estadísticos vitales adultos

En las tablas de vida de adultos el inicio y finalización de cada cohorte varió en función de la temperatura media. Se detectaron diferencias significativas para esta variable meteorológica entre las estaciones ($H= 205,98$, $gl=4$, $p\text{-valor}<0,0001$). En condiciones semi-naturales y con disponibilidad de fuente de alimento, la duración de la etapa de adultos fue de un mes y medio (55 días), con las temperaturas promedios más altas y de 3 meses (100 días) con las más bajas (Tabla 9).

Tabla 9. Duración de la etapa de adulto de *Aedes aegypti*, a diferentes temperaturas promedio, en cada cohorte estacional en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Cohorte	Inició	Finalizó	Criado en	Días	T° Media	DE
Invierno 2015	27-ago-15	01-nov-15	Invierno-Primavera	67	20,87 ^c	4,24
Primavera 2015	19-dic-15	11-feb-16	Primavera-Verano	55	28,21 ^a	2,01
Otoño 2016	18-may-16	25-ago-16	Otoño-Invierno	100	14,99 ^d	4,17
Verano 2017	14-feb-17	06-may-17	Verano-Otoño	82	23,81 ^b	4,17
Invierno 2017	27-ago-17	29-oct-17	Invierno-Primavera	64	21,33 ^c	3,97

DE: desvío estándar. Letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas ($p<0,05$).

Fecundidad

Para las hembras con acceso a solución azucarada, existieron diferencias en el número de huevos registrado diariamente (F_x) entre las estaciones de invierno 2015, primavera 2015 y otoño 2016 ($F^*=3,55$, $R = 999$, $p\text{-valor} = 0,039$). Las diferencias estadísticas fueron más marcadas en otoño 2016 y primavera 2015 (Tabla 10). En cambio, para hembras sin acceso a solución azucarada, la prueba t de Student detectó diferencias significativas entre la estación de verano 2017 y la estación de invierno 2017 para el registro de huevos diario ($t^* = 2,81$, $R = 999$, $p\text{-valor} = 0,001$).

Tabla 10. Número de huevos de *Aedes aegypti* obtenido diariamente en cada cohorte estacional, para la condición con y sin acceso a alimentación azucarada, registrado en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Condición	Cohorte	Mediana	Q1	Q3
Con acceso a solución azucarada	Invierno 2015	56 ^{ab}	19	91
	Primavera 2015	59 ^b	27	100
	Otoño 2016	40 ^a	19	62
Sin acceso a solución azucarada	Verano 2017	89	38	185
	Invierno 2017	34	9	53

Q1: 25% de los datos; Q3: 75% de los datos; letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas ($p < 0,05$).

Fecundidad diaria

No se detectaron diferencias significativas en la fecundidad diaria tanto para aquellas hembras que tenían acceso a la solución azucarada ($H = 3,22$, $gl=3$, $p\text{-valor} = 0,199$), como para las que no lo tenían ($U_{(z)} = 1,40$, $p\text{-valor} = 0,162$) (Tabla 11).

Tabla 11. Fecundidad diaria de *Aedes aegypti* en cada cohorte estacional estudiada en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Condición	Cohorte	Mediana	Q1	Q3
Con acceso a solución azucarada	Invierno 2015	6,14	3	9,8
	Primavera 2015	3,85	1,56	6,78
	Otoño 2016	4	1,86	6,40
Sin acceso a solución azucarada	Verano 2017	8,22	3,38	14,24
	Invierno 2017	3,46	1,43	13

Q1: 25% de los datos; Q3: 75% de los datos.

Longevidad de adultos

Se detectaron diferencias entre las longevidades de machos y hembras cuando éstas tenían acceso a solución azucarada ($t=6,61$, $gl=5$, $p\text{-valor}=0,001$). No se detectaron diferencias en las longevidades entre ambos sexos al ser criados en jaulas entomológicas separadas y sin el acceso a la solución azucarada para las hembras ($t= -2,10$, $gl=3$, $p\text{-valor}= 0,126$) (Tabla 12).

Tabla 12. Longevidad de adultos de *Aedes aegypti* por cada cohorte estacional estudiada en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Condición	Estación	Adulto	Mediana	Q1	Q3
Con acceso a solución azucarada	Invierno 2015	Hembra	60	-	-
		Macho	28	-	-
	Primavera 2015	Hembra	45	44	46
		Macho	28,5	26	31
	Otoño 2016	Hembra	69	60	70
		Macho	33	32	39
Sin acceso a solución azucarada	Verano 2017	Hembra	23	-	-
		Macho	43	-	-
	Invierno 2017	Hembra	27	25	28
		Macho	30	28	52

Q1: 25% de los datos; Q3: 75% de los datos.

Edad reproductiva

En todas las cohortes realizadas, la primera edad reproductiva (α) se registró entre el 8vo a 9no día (primavera 2015 y verano 2017), 13vo al 16vo día (invierno 2015 e invierno 2017) y 30vo a 32vo día (otoño 2016) de haber emergido como adultos. Durante la primavera y verano, las temperaturas mínimas promedio estuvieron próximas a los 22,95 °C a 23,31 °C y las máximas de 32,38 °C a 35,38 °C. En invierno 2015 e invierno 2017 las temperaturas mínimas rondaron los 12,39 °C a 16,51 °C y las máximas de 26,92 °C a 27,64°C. En otoño la temperatura mínima promedio fue de 5,95 °C y las máximas promedio de 19,11 °C (Figura 3). Además, las cohortes de otoño, necesitaron 5 ingestas sanguíneas antes de realizar la primera oviposición, mientras que, las otras cohortes solo necesitaron una y excepcionalmente 2 ingestas (Tabla 13).

Tabla 13. Edad reproductiva y expectativa de vida de las hembras de *Aedes aegypti* según condición de ingesta sanguínea en cada cohorte estacional analizada, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Condición	Estación	A	Antes de α	Posterior a α	$e_x(\alpha)$	$e_x(Y)$	$e_x(\omega)$
Con acceso a solución azucarada	Invierno 2015	13	2	13	46,9	1,75	1,75
	Primavera 2015	8	1	12	36,75	3,12	1
		9	1	12	35,61	0,5	0,5
	Otoño 2016	30	5	8	28,1	0,5	0,5
		32	5	11	37,73	24,63	2,75
		33	5	14	38,5	9,5	9,5
	Verano 2017	9	1	8	13,9	10,5	0,5
	Sin acceso a solución azucarada	15	1	12	13,78	9,5	2,5
		15	1	12	16,02	4	4
		16	1	12	16,1	2,5	3,5

α : Primera edad reproductiva; e_x : expectativa de vida; Y: Edad de máximo esfuerzo reproductivo; ω : Última edad reproductiva.

La expectativa de vida (e_x) de las hembras con acceso a solución azucarada tuvo una mediana de 37,24 días, mientras que, las hembras sin acceso a solución azucarada tuvieron una mediana de 14,96 días, encontrándose diferencias significativas entre ambas ($U_{(z)} = -2,55$, p-valor = 0,01). El acceso a solución azucarada guarda relación con una mejor performance en cuanto a la supervivencia (I_x) en las cohortes de invierno y primavera de 2015, en comparación con las hembras criadas solo con solución sanguínea durante verano e invierno de 2017 (Figura 4).

La curva de supervivencia en las cohortes de invierno y primavera de 2015, luego de la primera ovipostura, describe una marcada forma convexa o curva de supervivencia de tipo I (descenso abrupto de individuos casi al finalizar el ciclo), mientras que, en invierno 2017 se asemejaría a una forma cóncavo o curva de tipo III (descenso alto de individuos al comienzo del ciclo). A pesar de presentar variaciones entre las réplicas, la cohorte de otoño 2016 se podría caracterizar con una curva de tipo II (descenso continuo de individuos en todo el ciclo).

La cohorte de verano 2017, en cambio, describe al comienzo del ciclo un descenso continuo de individuos y luego la curva adopta una forma cóncava.

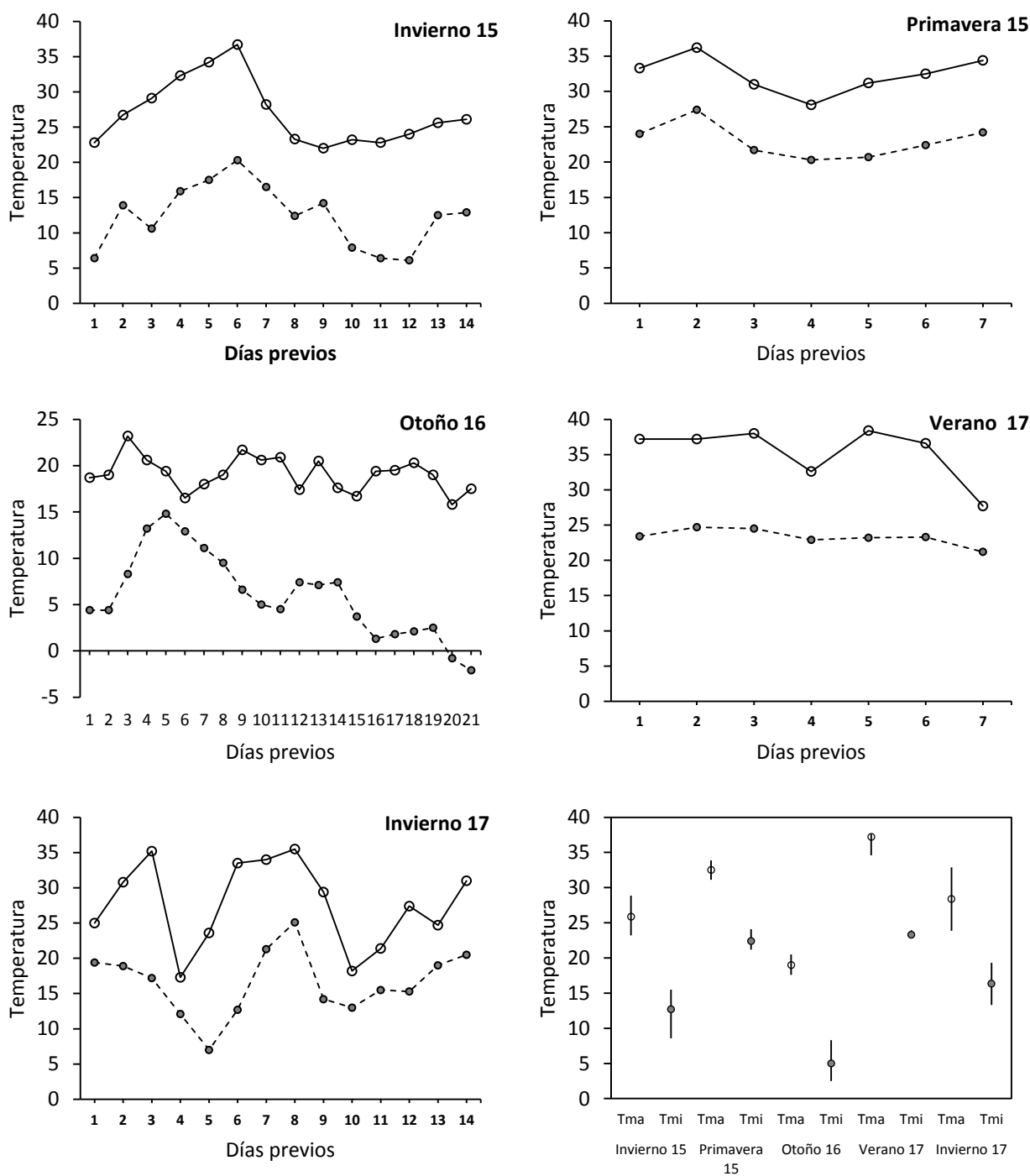


Figura 3. Temperaturas mínimas, máximas y mediana (con cuartiles 1 y 3) en cada estación según días previos al primer registro de ovipostura, en la ciudad de Resistencia (Chaco) entre 2015 a 2017. Tmi: Temperatura mínima. Tma: Temperatura máxima.

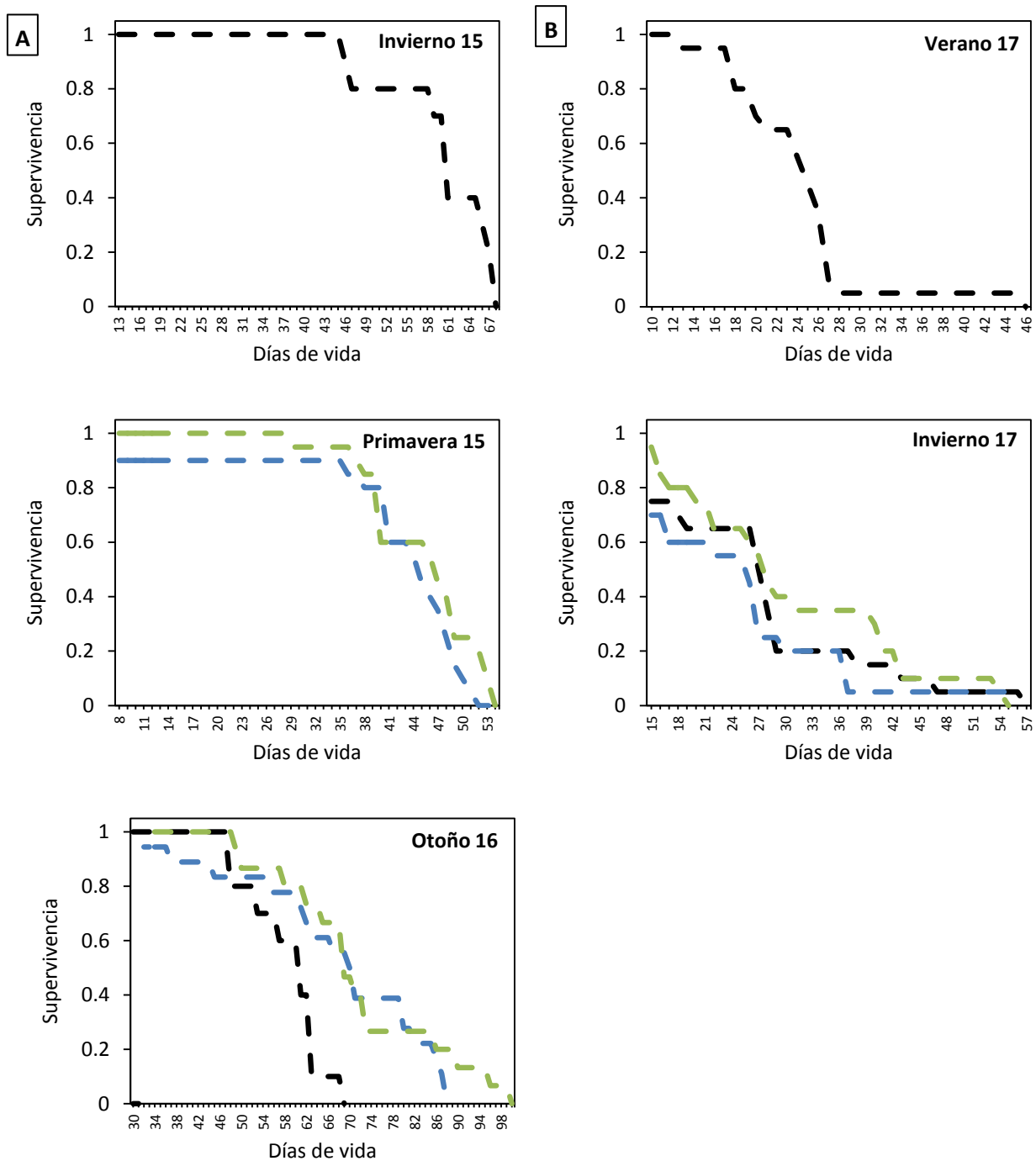


Figura 4. Curva de supervivencia de las hembras de *Aedes aegypti* después de la primera oviposición. Los diferentes colores indican las réplicas realizadas en cada estación. A-Hembras con acceso a solución azucarada. B-Hembras sin acceso a solución azucarada.

Parámetros demográficos

Se evidenció una disminución del tiempo generacional (T_G) conforme hay un aumento en la tasa intrínseca de incremento natural de la población (r). Existió una asociación entre la cantidad de días sin registro de oviposición y T_G ($r_s=0,845$, $p\text{-valor}=0,002$), a diferencia de r que describió una disociación ($r_s= -0,85$, $p\text{-valor}=0,001$). Al considerarse el número de días efectivos de oviposturas, el único parámetro poblacional que describió asociación fue la tasa media reproductiva neta (R_o) que llegó a un máximo de 175,5 huevos con 25 días de registro de oviposición ($r_s=0,84$, $p\text{-valor}=0,001$).

El número de huevos depositados por cada cohorte tienen un mayor impacto en el cálculo de R_o ($r_s=0,84$, $p\text{-valor}=0,01$) que en r ($r_s=0,69$, $p\text{-valor}=0,03$).

El valor más bajo de r fue obtenido en la cohorte de otoño 2016, seguido por las cohorte de invierno (2015 y 2017) y primavera 2015, mientras que, el valor más alto se obtuvo en la cohorte verano 2017. No fue así para R_o , que el valor más bajo se dio en una réplica de la cohorte de invierno de 2017 (23,35) y el más alto en las cohortes de invierno (175,50) y primavera de 2015 (175,25).

El T_G fue mayor en la cohorte de otoño 2016, medio en invierno y bajo en primavera 2015 y verano 2017 (Tabla 14).

Tabla 14. Parámetros poblacionales, suceso de ovipostura y número total de huevos de *Aedes aegypti* puestos por las hembras de cada réplica según condición alimentaria, en cada cohorte estacional, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período 2015-2017.

Condición	Cohorte	H-M	R_o	r	T_G	DCO	DSO	Huevos
Con Acceso	Invierno 2015	10	175,5	0,14	35,81	25	30	1755
	Primavera 2015	20	149,95	0,18	27,83	45	1	2999
		20	175,25	0,20	25,03	43	0	3505
	Otoño 2016	10	35,6	0,07	47,30	15	26	356
		18	66,8	0,07	54,31	18	40	1203
		15	49,4	0,06	58,73	14	54	741

Condición	Cohorte	H-M	Ro	r	T _G	DCO	DSO	Huevos
	Verano 2017	20	103,5	0,25	17,9	17	21	2061
Sin Acceso		20	33,1	0,11	31,5	16	24	670
	Invierno 2017	20	33,5	0,11	31,6	15	26	662
		20	23,35	0,12	25,5	14	28	467

H-M: Pares de adultos, Ro: Tasa media reproductiva neta, r: Tasa intrínseca de incremento natural, T_G: Tiempo generacional, DCO: Días con ovipostura, DSO: Días sin ovipostura.

Discusión

En este estudio hemos caracterizado los cambios en el ciclo de vida de poblaciones de *Aedes aegypti* de la ciudad de Resistencia en diferentes estaciones climáticas. Se observó una disminución en el tiempo de desarrollo de larva a pupa de *Ae. aegypti* conforme hay un aumento de la temperatura, en coincidencia con otras investigaciones (Domínguez et al. 2000, TunLin et al. 2000, Mohammed y Chadee 2011, Grech et al. 2015, De Majo et al. 2017, 2019). Tiempos de desarrollo cortos de 8 a 10 días, fueron observados en las cohortes de primavera 2015 y verano 2017, mientras que las cohortes de otoño 2016 e invierno 2015 presentaron tiempos de desarrollo más extensos entre 18 y 20 días. Durante el invierno 2015 a un promedio de 18,59 °C, el tiempo de desarrollo de *Ae. aegypti* demoró 20 días; este valor se redujo a la mitad durante primavera 2015 y verano 2017 a una temperatura promedio de 27 °C. En poblaciones de zonas templadas, el tiempo de desarrollo puede prolongarse a 27 días en invierno, como en la ciudad de Córdoba, y llegar hasta 49 días en la ciudad de Buenos Aires (Domínguez et al. 2000; De Majo et al. 2017) o acortarse en verano a 12 días en la ciudad de Córdoba (Domínguez et al. 2000) y 16 días en la ciudad de La Plata (Muttis et al. 2018). Para poblaciones subtropicales del nordeste de Argentina como en las localidades de San Javier, Iguazú y Posadas, en verano los tiempos llegan a 9,57 días (21,1- 24,4°C), 10,14 días (21-35°C) y 10,30 días (18-34°C) respectivamente (Grech et al. 2010, Muttis et al. 2018).

Durante la estación de otoño 2016, el tiempo de desarrollo fue similar a la estación de invierno 2015 con 18 días a un promedio de 15,19 °C. Para otras localidades del NEA, en cambio, con variaciones de 16,7 °C a 24,4 °C durante otoño-invierno, las poblaciones de Puerto Libertad, Bernardo de Irigoyen, Posadas y San Javier describieron un tiempo de desarrollo de 8 días (Tejerina et al. 2009). Estas diferencias podrían ser atribuibles a que en el trabajo de Tejerina et al. (2009), la tabla de vida fue desarrollada en el interior de una vivienda, mientras que, en el presente estudio las cohortes de otoño 2016 estuvieron expuestas al exterior. Datos de campo, tienden a ser más variables con tiempos de desarrollo más prolongados que los que son registrados en laboratorio (Tun-Lin et al. 2000).

El tiempo de desarrollo de larva a pupa de las poblaciones de *Ae. aegypti* en el noroeste, Tartagal (Salta) durante el invierno, a temperaturas de 13 °C a 21 °C, puede llegar a durar 21 días (Espinosa et al. 2010). En verano, en las localidades de Orán y Aguaray, los inmaduros llegan a desarrollarse en 9,83 días (21,1- 24.4 °C) y 8,34 días (21-31 °C) respectivamente (Grech et al. 2010, Muttis et al. 2018).

En relación a la mortalidad de larvas y pupas de *Ae. aegypti*, descrita en el presente trabajo, resultó ser mayor en la cohorte de invierno de 2015, donde la temperatura promedio fue de 18,59 °C registrando variaciones de $\pm 4,45$ °C, y representó entre 40 a 61 veces mayor a lo registrado en otoño de 2016 y verano de 2017 respectivamente. En la ciudad de Buenos Aires, durante el invierno, con una amplitud térmica de 5 a 25 °C, la mortalidad puede alcanzar el 35,5% (Montini et al. 2022). Para poblaciones de La Plata (Buenos Aires), en verano con una amplitud de 18 a 23 °C la mortalidad llega a 13,33% (Muttis et al. 2018).

Durante la estación de verano 2017, la mortalidad representó un 11% a una temperatura promedio de 26,74 °C (2,87 DE). Para poblaciones de Iguazú, Posadas y Aguaray, *Ae. aegypti* registró porcentajes de mortalidad de 12% (21-35 °C), 10,3% (18-34 °C) y 3,33% (21-31 °C) respectivamente (Muttis et al. 2018).

En Taipei, una región subtropical de Taiwan, en condiciones naturales los inmaduros tienen una mortalidad del 53,7 a 71,2% a temperaturas promedio de 14 a 16 °C (Chang et al. 2007).

Southwood et al. (1972) afirman que la mortalidad en los primeros estadios larvales es más dependiente de la densidad, mientras que, en los últimos estadios está relacionado con el tiempo de permanencia en ese estadio. Como lo demuestran los estudios de Maciá (2006, 2009), Francia y Maciá (2011), el riesgo de mortalidad se incrementa con la permanencia prolongada en el criadero. En nuestro estudio, una densidad de 50 larvas por bandeja con variaciones de la temperatura promedio ($18,59 \pm 4,45$ °C) pudieron ejercer un efecto en el retraso del desarrollo y acelerar el riesgo de mortalidad.

La supervivencia y la emergencia de los adultos está influenciada por la temperatura de cría de la etapa de inmaduros (De Majo et al. 2019, 2021); en condiciones de laboratorio, para el estado adulto, las poblaciones de *Ae. aegypti* de la ciudad de Resistencia criadas a 14 °C han registrado una supervivencia del 69% (De Majo et al. 2021); este valor es superior al registrado en el presente estudio para los machos y las hembras criados a un promedio de 15,2 °C (otoño) y 18,6 °C (invierno). En otoño la supervivencia fue de 45 a 24% y en invierno de 10 a 14%. Estas diferencias en ambos estudios, podrían sugerir que el grado de fluctuación diario de la temperatura, tendría un mayor impacto en la supervivencia que el valor promedio que pueda caracterizar a una estación. Además, otro aspecto a destacar es que las condiciones de cría fueron diferentes y en nuestro trabajo discriminamos la supervivencia obtenida al final del desarrollo por cada sexo.

En el presente estudio, la proporción global de sexo obtenida, en todo el experimento, fue de 0,6 para machos y 0,4 para las hembras. El sex ratio de las cohortes de invierno 2015, primavera 2015 y verano 2017 mantuvieron la relación 1:1, ya descripto en otros estudios (Campos y Maciá 1996, Maciá 2000, Tun-Lin et al. 2000, Tejerina et al. 2009, Grech et al. 2010, Muttis et al. 2018, De Majo et al. 2019, 2021). Sin embargo, en la cohorte otoño 2016 existió un desvío significativo de esa proporción hacia los machos. Como posible explicación de este desvío, la mortalidad

registrada en esa cohorte pudo afectar de manera diferencial a ambos sexos. Para el caso de las hembras, la estación de verano registró el doble de supervivencia en relación a las estaciones de otoño e invierno. Mohammed y Chadee (2011) asocian el aumento en la emergencia de hembras, al incremento de la temperatura. Domínguez et al. (2000) detectan un desvío de la proporción 1:1 a favor del número de hembras para la estación de otoño.

En nuestro estudio, la función lineal que establece la relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura promedio, determinó un umbral térmico de 7,72 °C, un valor por debajo de la temperatura promedio de la estación de invierno y que podría explicar la tendencia a tolerar bajas temperaturas y el solapamiento con la siguiente estación.

El umbral térmico para la ciudad de Córdoba, región templada, oscila entre 11,1 °C y 12,82 °C (Domínguez et al. 2000, Grech et al. 2015), mientras que, para la ciudad de Buenos Aires llega a los 9,41 °C (De Majo et al. 2017). Por otro lado, un caso similar se da en *Ae. albifasciatus* (Macquart) que presentó en la localidad de La Para (Córdoba), un umbral térmico menor al de las poblaciones de la ciudad de Buenos Aires, pero muy similar a las poblaciones de Sarmiento (Chubut) (Fava et al. 2000, Garzón y Schweigmann 2015).

Estos valores registrados en nuestras poblaciones comparadas con las poblaciones de regiones templadas llaman la atención, si consideramos que las poblaciones de mosquitos desarrollan diferentes patrones de respuestas, en base a características térmicas locales (Garzón y Schweigmann 2015) y siendo la temperatura promedio del invierno, en la ciudad de Resistencia, de aproximadamente 15,63 °C (SMN 1981-2010) se esperaría un umbral más próximo a los 15 °C.

La plasticidad de una especie a tolerar y responder a condiciones térmicas particulares es característico de las poblaciones que tienen una amplia distribución geográfica (Garzón y Schweigmann 2015, Zanotti et al. 2015, De Majo et al. 2021). Bajo esta idea, nuestro dato de 7,72 °C podría representar solo uno de los múltiples valores que puede tolerar *Ae. aegypti* de un gradiente térmico más amplio y que podría determinar el establecimiento de la especie en

localidades de regiones templadas como Olavarria, Tandil y Bahía Blanca, cuya medias de temperaturas anuales rondan los 14,2 a 16,2 °C (Vezzani et al. 2023). Bahía Blanca representa el límite sur de su distribución en el país, desde su ingreso en 2016 y al cabo de siete años *Ae. aegypti*, que inició su proceso de colonización, se ha registrado en las estaciones de verano y otoño (Dennis y Damiani 2023, Vezzani et al. 2023).

En relación a la fecundidad de las hembras, medida como número de huevos registrado diariamente, describe valores bajos durante otoño e invierno, en cambio, altos valores son obtenidos en primavera y verano. En poblaciones provenientes de Misiones, durante la estación otoño-invierno, el valor más bajo de postura de huevos se registró en la localidad de San Javier con 47,14 huevos/hembra (Tejerina et al. 2009). En verano, las poblaciones de *Ae. aegypti* de Aguaray, Posadas e Iguazú registran valores de 110,7 huevos/hembra, 73,7 huevos/hembra y 69,2 huevos/hembra respectivamente (Muttis et al. 2018). En Corrientes a temperaturas de 20 a 25 °C, se registró un promedio de 31 huevos/hembra (Borda et al. 1998). En localidades de la región templada como La Plata (Buenos Aires), se ha reportado una fecundidad de 59,83 huevos/hembra, que puede ascender a 61,3 huevos/hembra en verano (Maciá 2000, Muttis et al. 2018).

La fecundidad diaria no mostró diferencias significativas entre las cinco cohortes estudiadas, salvo en la estación de verano 2017, que duplicó su valor en relación a las estaciones de primavera 2015, otoño 2016 e invierno 2015 y 2017. Sin embargo, en líneas generales, los valores de fecundidad obtenidos son similares a otras localidades de clima subtropical como Misiones (Tejerina et al. 2009) aunque superiores para la ciudad de Córdoba, de clima templado (Grech et al. 2010). En estudios de laboratorio a temperatura de 26 °C, el valor de fecundidad diaria se encuentra entre los 11,4 a 15,1 huevos/hembra/día, mientras que, a un rango de 27 a 29 °C este valor oscila entre 1,4 a 2,8 (Styer et al. 2007, Sharma et al. 2022). Un valor de 8,22 huevos/hembra/día, en la estación verano 2017 que puede prolongarse al otoño, coincidirían con los hallazgos de Stein y Oria (2002) y Stein et al. (2005) que encuentran los mayores picos de abundancia de inmaduros en febrero y el inicio de un segundo pico en marzo y abril, para la

ciudad de Resistencia. Asimismo, la fecundidad diaria obtenida para las estaciones de otoño e invierno sugieren que, la población de *Ae. aegypti* de la ciudad de Resistencia podría desarrollar una actividad continua durante todo el año, lo que es observado por Giménez et al. (2020) para la misma localidad como parte de la presente investigación.

Entre las características distintivas entre ambos sexos, una de ellas es la mayor longevidad de las hembras con respecto a los machos (Day et al. 1994, Introini et al. 2002, Styler et al. 2007, Tejerina et al. 2009, Grech et al. 2010, Sharma et al. 2023). En nuestro estudio, no fueron detectadas diferencias estadísticamente significativas entre las longevidades medianas para ambos sexos. Sin embargo, en las estaciones de primavera 2015 y otoño 2016, las hembras fueron más longevas que los machos, mientras que, en verano 2017 fueron los machos los más longevos. Esto pudo deberse a que, a diferencia de verano de 2017, en primavera 2015 y otoño 2016, las hembras accedieron a solución azucarada. En estudios de laboratorio, el suplemento de solución azucarada junto a la ingesta sanguínea prolonga el tiempo de vida de las hembras (Day et al. 1994, Costero et al. 1998, Canyon et al. 1999, Styer et al. 2007). En condiciones naturales, la detección de hembras con contenido de fructosa como ingesta puede representar entre un 3 a 14,8% (Edman et al. 1992, Martínez-Ibarra et al. 1997). Otra posible explicación de la menor longevidad de las hembras en relación a los machos en verano 2017, podría ser el mayor efecto del costo de la reproducción en esa estación. Este fenómeno representa el agotamiento de las reservas de energía de las hembras al iniciar el ciclo de oviposiciones (Styler et al. 2007). Hembras que accedieron a alimentación sanguínea y solución azucarada tendrían un menor agotamiento de las reservas y por ende mayor longevidad.

Por otro lado, en invierno 2015 (con acceso a solución azucarada) e invierno 2017 (sin acceso a solución azucarada), los adultos tuvieron similares longevidades, lo que genera una nueva pregunta a responder.

En estudios de laboratorio, el tiempo invertido por las hembras para completar su ciclo gonadotrófico está condicionado por la temperatura (Carrington et al. 2013b). En relación a la

primera postura de huevos o primera edad reproductiva, existió una tendencia a retrasarse a temperaturas por debajo de los 22 °C. En la tabla de vida de otoño 2016 se muestra que se requirieron de 5 ingestas sanguíneas antes de oviponer. A temperatura de 16 °C la apetencia de las hembras por sangre, desde el momento que emergen, puede demorar aproximadamente 4 días (Carrington et al. 2013b). Durante la estación de otoño 2016 la temperatura promedio de los días previos al registro de la primera ovipostura fue de 12,91 °C, lo que podría retrasar el tiempo necesario para completar el proceso de reproducción según los hallazgos de Carrington et al. (2013). Por otro lado, puede producirse un efecto contrario, donde el acceso a solución azucarada reduzca la apetencia por sangre (Canyon et al. 1999), lo que en condiciones naturales representa una fuente suplementaria de alimento (Martínez-Ibara et al. 1997).

En cuanto al máximo esfuerzo reproductivo (γ), la población de *Ae. aegypti* de la ciudad de Resistencia describe dos patrones: por un lado, es coincidente con la última edad reproductiva (ω), y, por el otro, ocurre entre una semana a un mes previo a ésta. Estos patrones a priori, no pueden ser atribuibles a algunas de las estaciones estudiadas o condición de acceso/restricción a solución azucarada de las hembras. Sin embargo, estos 2 patrones observados son similares a los resultados obtenidos por Gómez et al. (1977) para *Culex pipiens fatigans* (Wied). En este último caso se observó que es más frecuente que ocurra próximo o casi al final de la etapa de vida de las hembras.

En el presente estudio, la expectativa de vida de las hembras al producirse el máximo esfuerzo reproductivo (γ), osciló entre los 0,5 a 10,5 días (con excepción de una réplica de otoño 2016) y la expectativa de vida, al comenzar el primer esfuerzo reproductivo (α), fue de 13,8 a 37,7 días. En Argentina, trabajos previos han descripto los parámetros poblaciones conocidos como R_0 , T_G y r , comparando diferentes tablas de vida de *Ae. aegypti* provenientes de diversas localidades (Grech et al. 2010, Muttis et al. 2018). La tasa media reproductiva neta (R_0) en poblaciones templadas varía entre 9,71 (criados a 18,5 a 28 °C) para Córdoba y 29,96 (20 a 30 °C) para La Plata, mientras que, para poblaciones subtropicales oscila entre 10,33 (18,5 a 28 °C) a 27,12 (20 a 30 °C) para Orán y Posadas respectivamente. En nuestro caso la tasa media

reproductiva más baja ($R_0=23,35$) correspondió a una cohorte de la estación invierno 2017 y en la estación de primavera 2015 alcanzó a 175,25 huevos. En Puerto Rico, durante la estación cálida a temperaturas de 22 a 30 °C, *Ae. aegypti* describió un R_0 máximo de 116 a 135 y un mínimo de 23 a 61 a temperaturas de 24 a 32 °C durante la estación fría (Costero et al. 1998).

En estudios de laboratorio en condiciones estándar de temperatura (25 °C a 26 °C) y humedad (65%-85%), las poblaciones provenientes de Jodhpur (India) de clima cálido y seco desarrollan una tasa media reproductiva neta de 89 huevos, mientras que, en Kolkata (India) una región tropical con alta humedad ($\geq 70\%$) se registra una tasa media reproductiva neta de 110,6 (Sharma et al. 2022). Por el contrario, en un clima desértico de baja humedad como la provincia de Madinah (Arabia Saudita) el R_0 es de 101,04 (Sowilem et al. 2013). En la Habana (Cuba), de clima tropical, el R_0 llega a 141,2 (Gato et al. 2014). A pesar de estar en condiciones controladas, las diferencias entre estas poblaciones son atribuibles al efecto o grado de combinación de la temperatura y la humedad. Para Costa et al. (2010), al combinarse temperaturas bajas (25 °C) y humedad alta (80%), la tasa de oviposición es alta, a diferencia de la combinación de altas temperaturas (35 °C) y baja humedad (60%) que resulta en una drástica reducción del número de huevos.

El tiempo generacional (T_G) obtenido en cada estación, ha demostrado que la emergencia de nuevos individuos, que reemplazarán a la población progenitora, demora más tiempo a temperaturas de 15 °C que entre 21 °C y 28 °C y que a mayor temperatura el T_G se acorta. Durante la estación otoño 2016, las bajas temperaturas impactaron en el suceso de reproducción, que se vio reflejado en un aumento de días sin ovipostura y, por ende, un T_G que se registró entre 47,3 a 58,7 días. En poblaciones de climas subtropicales, durante la estación de verano, el T_G oscila entre 27 a 33,7 días, en cambio, en una población de zona templada llega a 43,9 días (Muttis et al. 2018). En verano, las poblaciones de *Ae. aegypti* de Resistencia registran un T_G similar a las poblaciones de Iguazú, Posadas y Aguaray, mientras que, en la estación de invierno registró un T_G similar al de La Plata. A temperaturas de 25 °C a 26°C, en otras regiones como la Habana, Orlando (EEUU) y Madinah (Arabia Saudita) el tiempo generacional varía entre 30,7 y 49

días (Irvin et al. 2004, Sowilem et al. 2013, Gato et al. 2014). En cambio, en dos localidades de India como Jodhpur y Kolkata (desértico), T_G registra 19,2 a 29,2 días respectivamente (Sharma et al. 2022).

Como era de esperar, la tasa intrínseca de incremento natural es mayor durante las estaciones de primavera y verano (0,18 a 0,25), aportando así a las mayores abundancias de *Ae. aegypti* en la ciudad de Resistencia, mientras que, en invierno las poblaciones pueden mantener un r medio (0,11 a 0,14) cuando las temperaturas oscilan entre los 20 °C y 21 °C. Por el contrario, cuando las temperaturas comienzan a descender y llegan a una media de 15 °C, como ocurrió en la estación otoño, se alcanza una tasa muy baja, aunque no limita el crecimiento poblacional (0,06 a 0,07). En otras localidades subtropicales, durante la estación de verano el r oscila entre 0,07 a 0,12, mientras que, en zonas templadas es menor (0,027) (Muttis et al. 2018). Las diferencias observadas de las cohortes de verano del presente estudio con las poblaciones subtropicales de Iguazú, Posadas y Aguaray, pueden ser atribuibles a la mayor longevidad de las hembras (43 días), que permiten incrementar los sucesos de ovipostura y el número de huevos puestos. Por otro lado, las diferencias halladas con el trabajo de Muttis et al. (2018), de región templada también pueden deberse entre otras cosas, a que ofrecieron solo dos ingestas sanguíneas a las hembras, siendo la segunda ingesta 15 días después de la primera. El número de ingestas sanguíneas que realiza una hembra, es un factor clave que altera los parámetros poblacionales (Styler et al. 2007). En estudios de laboratorio, la tasa intrínseca de incremento natural puede oscilar entre los 0,12 a 0,23 con una ingesta sanguínea semanal (Irvin et al. 2004, Sharman et al. 2022).

Durante la realización del experimento de tablas de vida, el fitness reproductivo de las hembras varió de acuerdo al acceso/no acceso para ingerir solución azucarada. La ingesta sanguínea y solución azucarada incrementa la tasa media reproductiva neta y el tiempo generacional, en relación a la ingesta sanguínea como única fuente proteica (Naksathit y Scott 1998, Styler et al. 2007). Esto se vio reflejado en las tablas de otoño 2016 e invierno 2015, a diferencia de las tablas de invierno 2017 y verano 2017. Por el contrario, al observar los valores de

la tasa intrínseca de incremento natural, esta relación se invirtió. En trabajos previos, la tasa intrínseca de incremento natural es mayor cuando la única fuente de alimento para las hembras es la sanguínea (Costero et al. 1998, Styler et al. 2007).

Conclusiones

El ciclo de vida de *Aedes aegypti* en condiciones seminaturales de la ciudad de Resistencia varió dependiendo de la estación climática, siendo más corto en primavera y verano, dónde en comparación con otoño e invierno, estas últimas duplicaron la duración del ciclo.

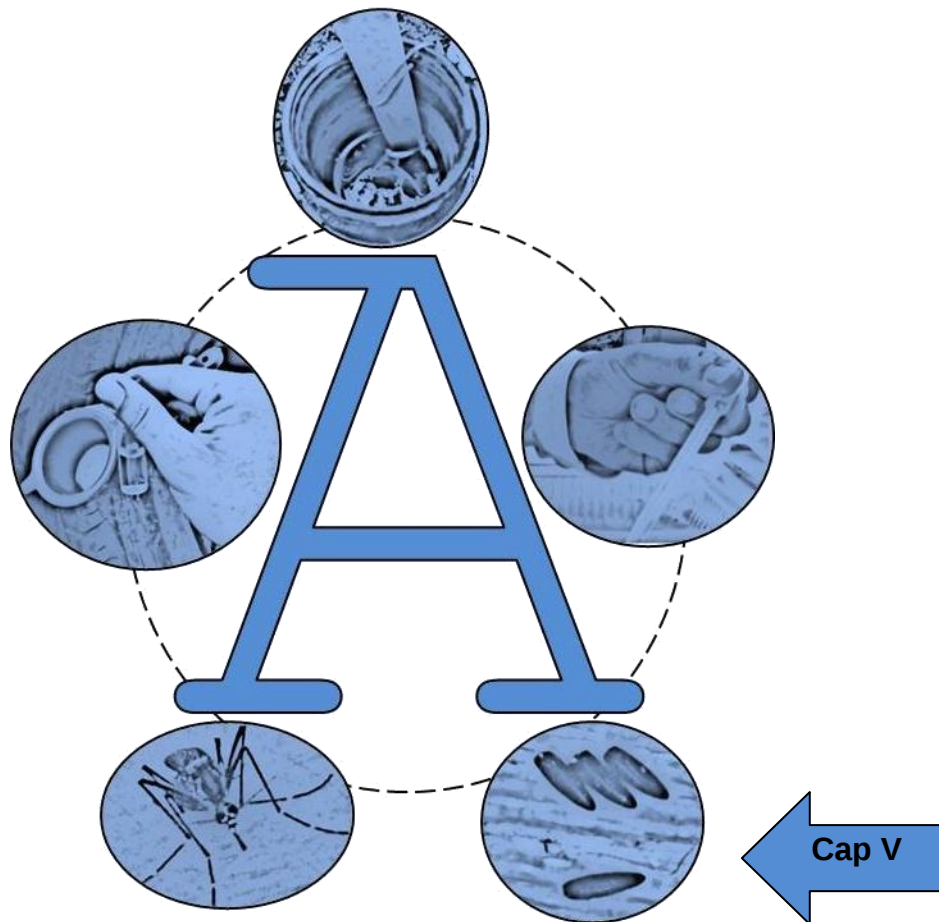
La mortalidad fue superior en el estado de larva, siendo más afectados los estadios LI, LII y LIII. Esta mortalidad podría impactar de manera diferencial entre los sexos.

Las hembras, pueden ser capaces de vivir alrededor de un mes con 2 ingestas regulares de sangre por semana y extienden aún más su tiempo de vida al complementarlo con solución azucarada.

Las temperaturas promedio de las estaciones de otoño e invierno de la ciudad de Resistencia correspondientes a los años de estudio, no representaron una limitante para el ciclo de vida de *Ae. aegypti*. El ciclo se vería interrumpido sólo con temperaturas invernales por debajo de los 8 °C.

La alta fecundidad y un rápido recambio de las poblaciones adultas a finales de primavera y durante el verano, asegurarían niveles altos de infestación de *Ae. aegypti* en la ciudad de Resistencia. Asimismo, una baja a moderada fecundidad que resulta en una demora en el recambio de adultos en otoño e invierno, no afectarían la subsistencia de la población hasta la estación de cría el periodo estival comprendido entre noviembre a marzo.

CAPÍTULO V: ACTIVIDAD HORARIA DE OVIPOSICIÓN DE *Aedes aegypti*



“...y si te ibas al amanecer y volvías al anochecer a casa.

Más que muestreo parecía AFTER OFFICE.”

Silvia

Introducción

La captura de mosquitos adultos ha sido utilizada como un estimador poblacional y su uso suele ser relacionado al estudio de los patógenos que puedan transmitir (Yasuno y Tonn 1970). Aunque la periodicidad de los patrones de vuelo puede verse influenciada por el diseño de los experimentos de campo y/o las interpretaciones de los datos obtenidos, éstos, sin embargo, tienen una importancia epidemiológica en términos de determinar la probabilidad de contacto entre el hospedador y el vector (Trips et al. 1973). Como existe una conexión directa entre la transmisión de patógenos y el comportamiento de los mosquitos adultos, una comprensión más sólida de los patrones de actividad diaria puede aumentar el éxito de las medidas de control (Smith et al. 2018).

La elección del método de muestreo y/o el dispositivo a utilizar en el estudio de mosquitos adultos debe tender a minimizar el riesgo de transmisión de agentes patógenos para las personas (Casas-Martínez et al. 2013, Smith et al. 2018) y al mismo tiempo deben posibilitar la obtención de datos ecológicos y comportamentales (Casas-Martínez et al. 2013).

Estudios sobre los patrones de actividad diaria de culícidos adultos en Argentina, han sido descriptos para algunas especies (Hack et al. 1978, Balseiro 1981, 1989, Ludueña-Almeida y Gorla 1995, Loetti et al. 2007, Stein et al. 2013, Garzón et al. 2014, Freire et al. 2016). Las metodologías fueron centradas principalmente en la búsqueda de hospedadores, mediante el uso de trampas de tipo CDC (Balseiro 1989, Ludueña-Almeida y Gorla 1995), trampas de Shannon (Hack et al. 1978, Balseiro 1981), cebo humano (Hack et al. 1978, Ludueña-Almeida y Gorla 1995, Loetti et al. 2007, Stein et al. 2013, Garzón et al. 2014, Freire et al. 2016) o cebo animal (Almirón y Brewer 1995, Stein et al. 2013). Sin embargo, estudios previos estuvieron enfocados principalmente a los horarios de búsqueda de hospedadores pero no a la preferencia horaria de oviposición. Datos vinculados a aspectos reproductivos han sido poco estudiados en nuestra región, más aún, en Argentina para el caso de *Ae. aegypti*, solo contamos con el trabajo de Estallo et al. (2011) de preferencia horaria de oviposición, descripta para la ciudad de Orán (Salta) durante la estación de verano.

En relación al comportamiento reproductivo de *Ae. aegypti*, la oviposición es una etapa que está precedida por el encuentro de ambos adultos (Teesdale 1955, Casas-Martínez et al. 2013), la cópula y la inseminación de las hembras (Jones 1981, Chadee y Gilles 2013). Una vez producido la inseminación y si las hembras acceden a una alimentación sanguínea, al cabo de un tiempo, se produce la postura de huevos (Jones 1981). Luego de la oviposición se reestablece la actividad diaria hematofágica (Jones 1981) que posibilita el desarrollo de los oocitos en el ovario (Teesdale 1955). El tiempo transcurrido entre la ingesta de sangre y la oviposición es definido como ciclo gonotrófico (Wong et al. 2011, Carrington et al. 2013a, b); éste y la cantidad de huevos depositados están fuertemente influenciados por la variación en el rango de temperatura diaria (Carrington et al. 2013a, b).

En la selección del sitio de oviposición, McClelland (1968) divide el comportamiento de la hembra en dos fases. La primera fase se caracteriza principalmente por el vuelo que realiza al sitio de ovipostura, mientras que, la segunda representa la elección y contacto con el sitio. En los mosquitos que crían en contenedores, la estrategia reproductiva “skip-oviposition” o distribución de huevos en múltiples sitios de cría, es un comportamiento que ha sido documentado para *Ae. aegypti* (Corbet y Chadee 1993, Santos de Abreu et al 2015 y Reinbold-Wasson y Reiskind 2021). Al tratarse de una especie urbana y al existir una gama de ofertas de hábitats larvales por vivienda, en un ciclo gonadotrófico puede repartir sus huevos en los diferentes sitios que encuentra en número pequeño de puesta (Santos de Abreu et al 2015, David et al. 2022), o por el contrario, destinar una alta proporción de sus huevos a un único recipiente y repartir el lote restante a los otros sitios (Santos de Abreu et al 2015, Reinbold-Wasson y Reiskind 2021). Si consideramos que *Ae. aegypti* que tiene preferencia de oviposición por los sustratos de madera y que evita oviponer en sitios colonizados cuando están cercanos hábitats libres (Chadee et al. 1990, 1995, Chanampa et al. 2018), realizar el estudio de la actividad horaria mediante el uso de las ovitrampas permitiría caracterizar la periodicidad de vuelo si se hicieran recambios del sustrato de oviposición a intervalos de tiempo regulares.

En este capítulo vamos a determinar el patrón de actividad diaria de oviposición de *Ae. aegypti* y describir sus cambios estacionales en la ciudad de Resistencia.

Materiales y métodos

Actividad horaria de ovipostura

Para describir la actividad de oviposición horaria de *Ae. aegypti*, se realizaron muestreos quincenales entre abril de 2017 y marzo de 2018. Para ello, en cada muestreo se ubicaron 25 ovitrampas en el campus de la Universidad Nacional del Nordeste, con una superficie aproximada de 3 ha, distribuidas al azar entre la cubierta vegetal, en diferentes zonas. Estos 25 sitios seleccionados fueron mantenidos durante todo el estudio y monitoreados durante las 26 semanas de muestreo. Las ovitrampas estuvieron activas durante 12 hs consecutivas y se reemplazaron a intervalos de cuatro horas, conformando así tres franjas horarias (FH) de muestreo: FH1: 8-12 h; FH2: 12-16 h; FH3: 16-20 h, lo que permitió registrar el número de huevos depositados por cada franja horaria, abarcando desde la mañana (a plena luz de sol), la puesta del sol y el inicio del crepúsculo. En la ciudad de Resistencia nuestro experimento se inició a las 8h lo que representó entre 48 a 24 minutos después de la salida del sol y culminó a las 20hs, entre 1:19h a 1:14h antes de la caída del sol para las estaciones de otoño e invierno respectivamente. En primavera los ensayos iniciaron 1:38h después de la salida del sol y finalizaron 55 minutos antes de la caída. En verano, los experimentos se iniciaron 1:45h después de la salida del sol y finalizaron 15 minutos después de que el sol se oculte.

Las ovitrampas consistieron en frascos de vidrio (5 cm de diámetro por 13 cm de alto) pintadas por fuera de negro, y conteniendo en su interior 250 ml de agua y 1 bajalengua de madera (1,5 cm de ancho por 14,5 cm de alto) (sustrato de oviposición) sujeto con un clip, sobre el cual los mosquitos depositarían los huevos justo por encima de la superficie del agua.

Hasta el momento la única especie registrada en la provincia de Chaco del subgénero *Stegomyia* es *Ae. aegypti* (Stein et al. 2016b) por lo que los huevos encontrados en las ovitrampas

corresponden a esa especie. De todos modos, para la confirmación de este supuesto, parte de los huevos recolectados fueron sumergidos y las larvas resultado de la eclosión fueron identificadas como *Ae. aegypti*.

Análisis de datos

La abundancia de huevos (n) fue transformada por la función logaritmo natural “Ln ($n+1$)” con la finalidad de obtener la distribución normal de los datos. Al no obtenerse distribución normal, se consideró solo la presencia o ausencia de huevos en cada franja horaria para ser comparado por la prueba no paramétrica Q de Cochran para muestras relacionadas, asumiendo que una o varias hembras pueden oviponer en más de una franja horaria. La prueba Q de Cochran es análogo al ANOVA en Bloque aleatorizado siendo las fechas de muestreo los bloques y las franjas horarias los tratamientos (Navarro-Alberto 1996). La existencia de diferencias significativas entre las franjas horarias, fue evaluada a partir de la prueba Binomial como método de comparación múltiple con corrección de “Benjamini y Hochberg” para el cálculo del p-valor (Mangiafico 2021).

Se utilizó la correlación de Spearman en busca de posibles asociaciones con la temperatura mínima diaria y la precipitación.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el software R (versión 4.1.0), para ello, se utilizaron la función `cochran.qtest` del paquete `RVAideMemoire` (Hervé 2021) y la función `pairwiseMcnemar` del paquete `rcompanion` (Mangiafico 2021). Para la correlación de Spearman se recurrió al paquete `stats` y la función `cor.test` usando la sentencia `method= 'spearman'`.

$$Q_{Cochran} = \frac{(k-1) \left[k \sum_{j=1}^k G_j^2 - \left(\sum_{j=1}^k G_j \right)^2 \right]}{k \sum_{i=1}^n L_i - \sum_{i=1}^n L_i^2} \rightarrow \chi^2_{k-1}$$

k: Franjas horarias.

G_j: Total de presencia de huevos por franja horaria.

L_i: Total de presencia de huevos por bloque o quincena muestreada.

$$\text{Binomial}(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

n: suma de A y D.

A: Número de casos con presencia de huevos en una franja (FH_{x_i}) pero que no registró huevos en la siguiente (FH_{x_i+1}).

D: Número de casos con ausencia de huevos en una franja (FH_{x_i}) pero que registró huevos en la siguiente (FH_{x_i+1}).

x: Suceso de ovipostura en una determinada franja horaria.

Resultados

Un total de 111 huevos de *Ae. aegypti* fueron registrados en 13 de las 26 semanas de muestreo. La mayor frecuencia de número de huevos detectada por las ovitrampas no superó los 5 ($M_e=2$, $Q_1=1$, $Q_3=3,75$), siendo solo superado en cuatro ocasiones este valor: el 7 de abril (7), el 28 de agosto (39), 22 de diciembre (28) y 2 de febrero (13), en su mayoría correspondientes a la FH 3, a excepción del 22 de diciembre (FH 2). Las oviposturas se registraron en todos los meses en alguna franja horaria a excepción de los meses de septiembre y noviembre en los que no hubo oviposturas en ninguna franja horaria estudiada (Figura 1). Los registros de temperatura mínima durante la colecta de huevos para esos meses fueron de 10,9 y 18,3 °C para septiembre, y 15,9 y 16,2 °C para noviembre.

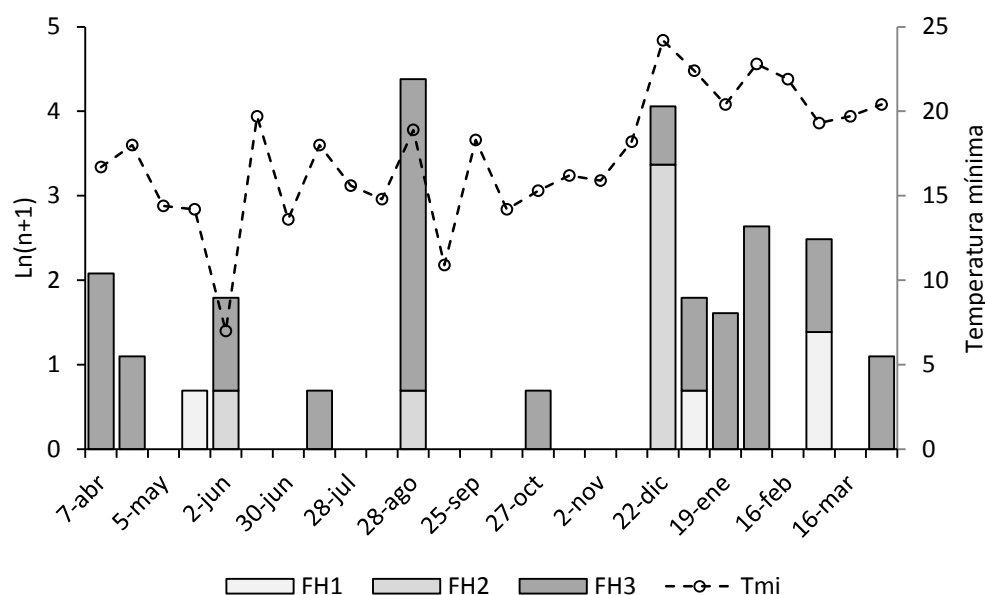


Figura 1. Actividad horaria de oviposición de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia, Chaco, en el período abril 2017 a marzo 2018. FH1: franja horaria entre 8 a 12h. FH2: franja horaria entre 12 a 16h. FH3: franja horaria entre 16 a 20h. Tmi: temperatura mínima del día de colecta.

El rango de huevos puesto por las hembras (1-39), es próximo al registrado en otros estudios (Tabla 1). En las trece semanas donde no hubo ovipostura de huevos, en 7 ocasiones las temperaturas mínimas estuvieron por debajo de los 18 °C y en solo 5 momentos por encima. Por el contrario, en las semanas donde hubo detección de huevos, en 4 oportunidades las temperaturas mínimas estuvieron por debajo de los 18 °C y las restantes por encima. En las semanas donde se colectaron la mayor cantidad de huevos, los días previos (13 días) se caracterizaron por una escasa o baja abundancia de precipitaciones (Figura 2).

Tabla 1. Cantidad de huevos de *Aedes aegypti* registrado en trabajos previos.

Autor	Año	Diseño Experimental	Unidad de Análisis	Rango
Chadee and Corbet	1990a	Campo	OT	1 a 31
Chadee and Corbet	1990b	Campo	OT cerrada de 18hs a 6hs	1 a 69
			*OT abierta de 18hs a 6hs	1 a 43
Chadee and Corbet	1991	Campo	OT	1 a 41
			**Hembra capturada en OT	1 a 78

Autor	Año	Diseño Experimental	Unidad de Análisis	Rango
Chadee and Corbet	1993	Campo	OT	3 a 81
			**Hembra capturada en OT	1 a 63
Gillet	1962	Laboratorio	Hembra individual	1 a 96
			**Hembra individual	1 a 11
Canyon et al.	1999a	Laboratorio	**Hembra individual	39 a 51

*No se reportó en el experimento oviposuras en esa franja horaria. **Huevos retenidos.

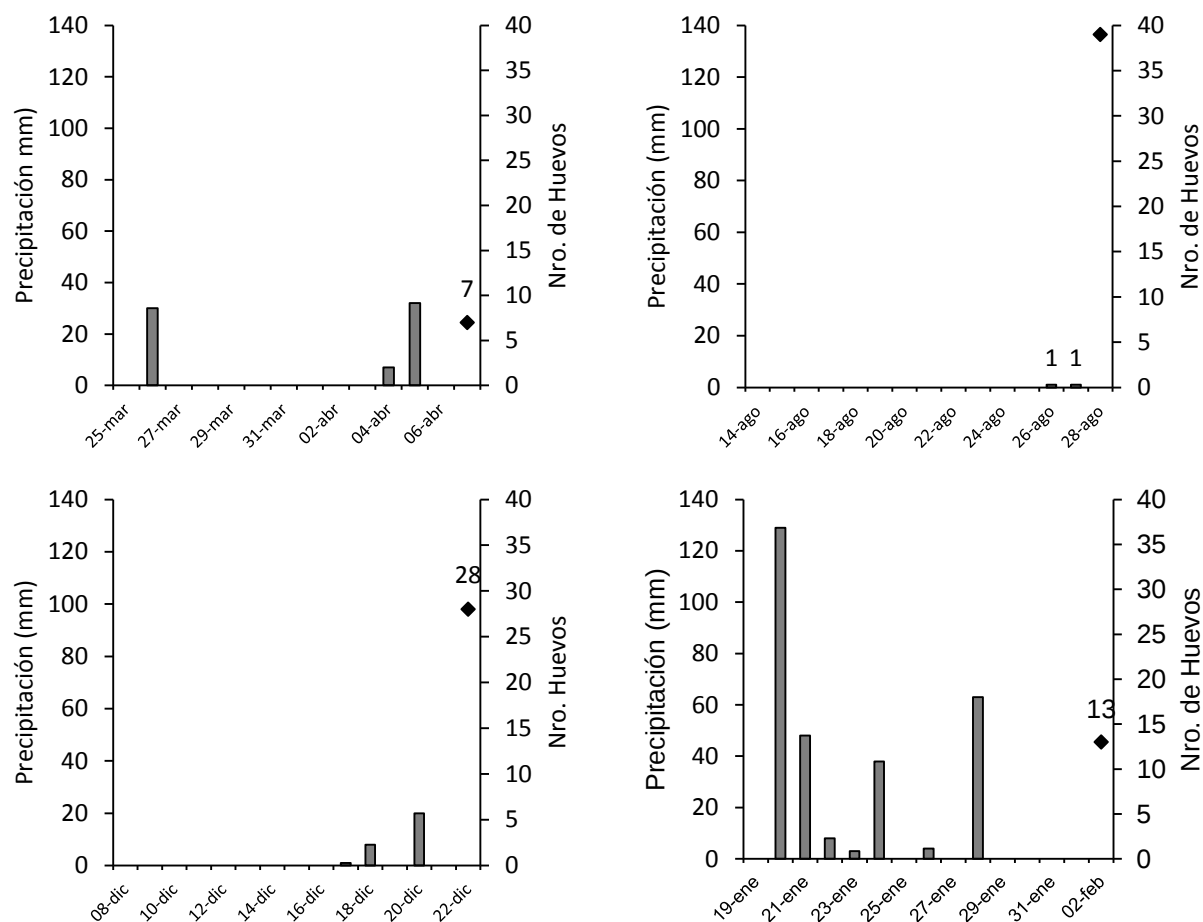


Figura 2. Máximo número de huevos de *Aedes aegypti* registrado y días previos a la coleta con precipitaciones, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período abril 2017 a marzo 2018.

La prueba Q de Cochran detectó diferencias estadísticamente significativas en la actividad de oviposura en las tres franjas horarias estudiadas ($Q=12,46$, $n=26$, $gl=2$, $p<0,01$). Las comparaciones de a pares detectaron diferencias entre la FH3 con las FH1 y FH2; no así entre la FH1 y FH2 (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la prueba binomial para comparaciones múltiples entre la ocurrencia de ovipostura de *Aedes aegypti* de cada franja horaria en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período abril 2017 a marzo 2018.

Pares	Suceso	Ensayo	p-valor	p-Aj
FH1-FH2	3	6	1	1
FH1-FH3	10	11	0.0117	0.0175
FH2-FH3	9	9	0.0039	0.0117

p-Aj: Método de ajuste por Benjamini y Hochberg.

La mayor ocurrencia de ovipostura correspondió a la FH3 (12/26 semanas) con un total de 76 huevos, seguida por la FH2 (3/26 semanas) y por último la FH1 (3/26 semanas), con 30 y 5 huevos respectivamente (Tabla 3). En las sucesivas estaciones, la ocurrencia de ovipostura para la FH1 y FH2 fue mayor en otoño e invierno respectivamente. Solo a lo largo de la estación de verano se detectaron oviposturas en las tres franjas horarias, y en cuanto a la estación de primavera, hubo un único registro correspondiente a la FH3 (Tabla 3). En los momentos en que se detectó oviposición en la FH2, ésta fue seguida por la FH3, mientras que, en las dos oportunidades en que se registró oviposición en la FH1 fue seguida por la FH3.

Tabla 3. Actividad horaria de oviposición de *Aedes aegypti* y precipitaciones en las diferentes estaciones del año, en la ciudad de Resistencia (Chaco) en el período abril 2017 a marzo 2018.

Estaciones	Número de Huevos	FH1	FH2	FH3	Precipitación Acumulada	Frecuencia de Precipitación
Otoño	17	2		4	760	29
Invierno*	44		2	3	160	19
Primavera	1			1	169	22
Verano**	49	1	1	4	459	18

* La abundancia máxima corresponde al 28 de agosto (FH3). ** La abundancia máxima corresponde al 22 de diciembre (FH2).

El número de huevos de *Ae. aegypti* registrado en el campus universitario de la ciudad de Resistencia, estuvo asociado solo a la temperatura mínima del día de colecta ($n= 26$, $r_s= 0,43$, $p\text{-valor}= 0,03$) y no a la precipitación semanal ($n= 26$, $r_s= 0,37$, $p\text{-valor}= 0,06$). En el gráfico de dispersión se observa que por encima de los 15° C y entre 0 a 60 mm de precipitación semanal se colectó la mayor cantidad de huevos (Figura 3).

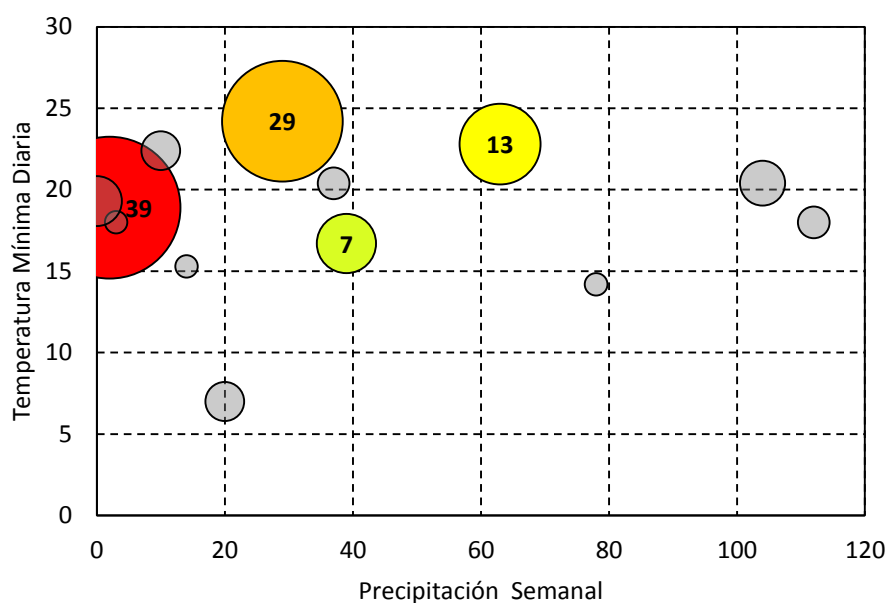


Figura 3. Cantidad de huevos de *Aedes aegypti* colocados en relación a la temperatura mínima y precipitación semanal en la ciudad de Resistencia, Chaco, en el período abril 2017 a marzo 2018. El ancho del círculo representa el número de huevos colectados. En colores los valores más altos de huevos.

Discusión

En este estudio, la actividad de *Ae. aegypti*, a nivel estacional, replicó lo descripto para la ciudad de Resistencia (Capítulo 3). En diciembre 2017 a marzo 2018 se concentró el 50,45% del total de huevos colocados y solo en dos muestreos no fueron registradas oviposiciones. En cambio, de mayo a noviembre de 2017, solo se detecta la actividad de oviposición en 5 oportunidades. En relación al capítulo 3, este período se caracterizó por una baja densidad de huevos y pocas

ovitrampas positivas. En el muestreo del 28 de agosto de 2017 se observó un registro de 39 huevos, evento excepcional si consideramos que la OT estuvo activa por 4 horas en la FH 3. En los muestreos semanales del mes de agosto en la ciudad de Resistencia, los valores más bajos de huevos llegaron a los 60 (2015) y 63 (2016). En comparación con lo registrado por Stein et al. (2005), para el mismo sitio de estudio, en los meses de julio y agosto de 2017 (invierno) no se interrumpió la actividad de oviposición. Durante julio y mediados de septiembre de 2003 no se registró actividad de hembras de *Ae. aegypti* a temperaturas medias próximas a los 10,4 a 16,5 °C (Stein et al. 2005).

En relación al diseño experimental realizado hemos caracterizado la periodicidad de oviposición en buena medida, por abarcar 12 horas consecutivas. Sin embargo debemos considerar que, por un lado, no se realizaron muestreos nocturnos (posteriores a las 20hs). En Iquitos (Perú), Wong et al (2011) colecta huevos entre las 20 y 22h y Gomes et al. (2009) en Belo Horizonte (Brasil) detecta oviposiciones entre las 21 y 23h. Por otro lado, a nivel estacional, en nuestra región, existen variaciones entre el amanecer y el atardecer en las cuatro estaciones.

Durante los meses de primavera y verano, en la ciudad de Resistencia, amanece a las 6h, mientras que, en otoño e invierno alrededor de las 7h (SHN 2024). Durante la franja horaria de las 6 a 8h, en algunos estudios de campo se han registrado oviposiciones de *Ae. aegypti* (Chadee y Corbet 1987, Corbet y Chadee 1989, Harrington et al. 2008, Wong et al. 2011). En cuanto al atardecer existen grandes variaciones según la estación, en primavera ocurre a las 19:30h, mientras que, en verano lo hace 20h. En cambio en otoño el atardecer se da a las 19h y en invierno a las 18:45h (SHN 2024). La actividad de oviposición horaria describe una tendencia diurna en estudios de campo, que puede estar centrada principalmente entre el amanecer y el atardecer o mayoritariamente al atardecer (McClelland 1968, Chadee y Corbet 1987, Wong et al. 2011). Sin embargo, estos patrones pueden estar condicionados por las estaciones climáticas (Chadee y Corbet 1987, 1992, 1993, Harrington et al. 2008). En estudios de laboratorio, las hembras de *Ae. aegypti* criadas en condiciones controladas con temperaturas superiores a los 20 °C, humedad superior a los 70% y fotoperiodo similar a horas de luz y oscuridad naturales,

describen una mayor postura de huevos en horarios diurnos comprendidos entre las 14 y 19h (Canyon et al. 1999b, Gomes et al. 2006, Chadee 2010, Saifur et al. 2012, Panigrahi et al. 2014). No obstante, estos patrones de preferencia horaria pueden variar de acuerdo al número de veces que las hembras acceden a una ingesta sanguínea (Canyon et al. 1999b) y presentar inclusive oviposiciones en horarios nocturnos (Canyon et al. 1999a, b, Gomes et al. 2006, Panigrahi et al. 2014).

En este estudio, existió un predominio de oviposición de *Ae. aegypti* entre las 16 y 20h (FH3), resultados que son concordantes con lo reportado para St. Joseph (Trinidad) (Chadee y Corbet 1987) y Orán (Salta) Argentina (Estallo et al. 2011). En Brasil, Tailandia y Perú, la actividad de oviposición se detecta principalmente en las franjas horarias 12 a 16h (FH2) (Gomes et al. 2006, Harrington et al. 2008, Wong et al. 2011). En otras regiones, en la estación seca los picos de oviposición pueden ocurrir entre las 12 y 18 h (Harrington et al. 2008) y/o de 10 a 18h (Chadee y Corbet 1987), mientras que, en la estación húmeda la postura de huevos puede describir un gradual incremento durante el día siendo máximo a las 20h (Harrington et al. 2008), un único pico durante las 16 a 18h (Chadee y Corbet 1987) o un patrón bimodal de máxima actividad de postura de huevos entre 6 a 8h y 16 a 18h (Corbet y Chadee 1990). Estallo et al. (2011), en la estación de verano, detectaron la actividad de oviposición en las tres franjas horarias, similar a lo que se obtuvo en el presente estudio para la misma estación.

En laboratorio, en condiciones de Luz:Oscuridad 12:12, las hembras de *Ae. aegypti* inseminadas y alimentadas con sangre alteran su actividad de vuelo, de manera unimodal, con picos máximos entre 1 a 2 horas antes de comenzar la fase oscura, en comparación, con hembras no inseminadas que mantienen la tendencia bimodal de vuelo (Jones 1981). La periodicidad diaria de vuelo de adultos tiende a estar asociada a las variaciones en la temperatura y la humedad relativa (Suwannachote et al. 2009). Chadee y Corbet (1987) registraron que en condiciones de baja humedad relativa y/o alta temperatura, las hembras de *Ae. aegypti* modificaron la distribución y búsqueda de sitios de oviposiciones en horarios más tempranos y/o en horarios donde las condiciones fueron más adecuadas (20 a 25 °C y HR mínima, 50 a 60% o superior). Esta

afirmación fue confirmada en parte por Chadee y Corbet (1993) al repetir el experimento en St. Joseph (Trinidad) y hacer capturas de huevos y hembras adultas; en la estación húmeda encontraron un predominio en la cantidad de hembras que oviponían en la franja de 16 a 18h, en comparación con la estación seca que lo hacían en la franja de 14 a 18h, y en ambas estaciones, las hembras también estuvieron presentes en la franja de 6 a 8h. Durante el mediodía la temperatura tiende a incrementarse, mientras que, la humedad relativa desciende, lo que podría obligar a las hembras a estar refugiadas o buscar sitios más confortables para mantenerse en reposo (Suwannachote et al. 2009). En Kenya, las capturas horarias de adultos en el peridomicilio tienden a incrementarse al descender la temperatura y aumentar la humedad relativa, entre las 16 a 20h (Teesdale 1955). En Bangkok (Tailandia), la tasa de picadura, expresada como el número de hembras capturadas/colectores/hora mostró una correlación positiva con la temperatura mínima (Yasuno y Tonn 1970).

En nuestro estudio, la cantidad de huevos puestos por ovitrampa en cada franja horaria, fue similar al obtenido para la ciudad de St. Joseph (Trinidad) durante la estación seca (Chadee y Corbet 1987, 1990a), no así para la estación húmeda (Chadee y Corbet 1987). Una posible explicación al bajo número de huevos registrado en nuestro trabajo, es que estos hayan sido puestos por una única hembra próxima a los sitios donde estaban ubicadas las ovitrampas y que durante los recambios del sustrato de ovipostura, éstas hayan sido perturbadas. Una distribución de huevos sesgada hacia valores bajos es esperable porque las perturbaciones producen cambios en los valores acumulativos de oviposición natural, incrementando el tiempo que deben invertir las hembras en la postura de huevos (McClelland 1968). Durante el período de 6 a 18h, recambios de la ovitrampas cada 6 horas reducen el número de huevos colectado entre un 36-38 % (Corbet y Chadee 1992, 1993), y no solo reducen la cantidad de huevos, sino que también alteran la periodicidad de los picos de ovipostura (Chadee 2007). En nuestro estudio, las ovitrampas estuvieron activas durante 4 horas por franja y cada quince días era repetido el experimento; con ello, se volvió nula la posibilidad de detectar que una hembra pueda completar de poner su lote de huevos al día siguiente (Chadee y Corbet 1990b, 1991); por otro lado, el resultado de la

ocurrencia de postura de huevos en la franja FH1 podría representar una postergación de la oviposición del día anterior (Corbet 1963). Tampoco fue inspeccionada la superficie del agua en busca de huevos. Gomes et al. (2006), en laboratorio, pudieron verificar que las hembras también depositaban sus huevos directamente en la superficie del agua representando un 26% de la puesta, un valor similar al obtenido por Wermelinger et al. (2015) en Nova Iguaçu (Brasil). Sin embargo, para Chadee et al. (1995) representarían un 9,15 % en la estación seca y un 6,08 % en la estación húmeda en la ciudad St. Joseph (Trinidad).

En lo que respecta al rango de huevos registrado en este estudio (1-39), es concordante al número estimado de huevos que colocaría una única hembra (Gillet 1962, Chadee y Corbet 1990a, b, 1991, 1993, Canyon et al. 1999a). El valor más alto de número de huevos detectado (39) y la escasa frecuencia de precipitación durante las dos semanas previas, respalda la idea de que, ante la falta de hábitats disponibles, las hembras que fueron forzadas a retener sus huevos, en la primera instancia depositan un gran número de huevos en un único contenedor (Chadee 1997, 2010), siendo preferentemente depositados en la franja de 16 a 18h (Chadee 2010) coincidente con la FH3 de nuestro estudio. En la tabla de vida de invierno 2017, el promedio de puesta de una hembra a lo largo de su vida llegó a 33,5 huevos (Capítulo 4).

En cinco ocasiones, durante los muestreos quincenales, la temperatura mínima del día supero los 18 °C. Este es un valor superior al promedio de temperaturas mínimas registrados entre las semanas 15 de junio al 27 de julio de 2016, en el cual no se produjeron oviposiciones en el centro de la ciudad de Resistencia, y coincidentemente no se detectaron posturas en este estudio. Este suceso puede tener como posibles explicaciones que las hembras en ese momento estuvieran copulando con los machos (Casas-Martínez et al. 2013, Chadee y Gilles 2013) o que estuvieran buscando hospedadores para alimentarse (Teesdale 1955, Jones 1981). En todos los casos antes mencionados se da una periodicidad bimodal que ocurren a la mañana y la tarde (Teesdale 1955, Jones 1981, Casas-Martínez et al. 2013, Chadee y Gilles 2013), representado en el presente estudio por las franjas horarias 1 y 3.

En otras especies de *Aedes* (*Stegomyia*), los ciclos de oviposición muestran una actividad principalmente diurna (Gillet y Haddow 1957, Haddow et al. 1960, Corbet 1963, McClelland 1968, Chadee y Corbet 1989, Tsuda et al. 1989, Panigrahi et al. 2014). En condiciones de laboratorio *Ae. (Stg.) africanus* Theobald y *Ae. (Stg.) albopictus* (Skuse) describen picos de actividad entre las 15 a 18h (Gillet y Haddow 1957, Chadee y Corbet 1989, Panigrahi et al. 2014), por el contrario, en *Ae. (Stg.) apicoargenteus* Theobald la actividad tiende a centrarse entre las 10 a 14h (Haddow et al. 1960). En estudios de campo, los patrones máximos de oviposición para *Ae. (Stg.) africanus* y *Ae. (Stg.) albopictus* son similares a los descritos en laboratorio (Corbet 1963, Tsuda et al. 1989). En el caso de *Ae. (Stg.) apicoargenteus*, esta especie describe dos picos de actividad centrados entre las 7 a 8h y entre 17 a 18h, mientras que, *Ae. (Stg.) simpsoni* Theobald registró una única oviposición entre las 17 a 18h (Corbet 1963). McClelland (1968), para *Ae. (Stg.) simpsoni* y *Ae. (Stg.) metallicus* Edwards, registra que la mayor ocurrencia de oviposición se da en horas de luz, en las franjas de 6 a 10h y 14 a 16h, aunque concluye que la mayor abundancia de huevos se registra al atardecer. Para *Ae. (Stg.) polynesiensis* Marks hay mayor colecta de huevos después del mediodía (Russell & Ritchie 2004). La mayor ocurrencia de oviposición en nuestro estudio correspondió a la FH3, en coincidencia con la mayoría de los estudios de la especie o especies del género *Aedes* subgénero *Stegomyia*, respondiendo a un ritmo biológico propio determinado genéticamente. Sin embargo, este patrón puede ser alterado por las fluctuaciones ambientales como la temperatura, humedad, precipitación y/o el régimen de luz (Haddow y Gillet 1957, Gillet 1961, Corbet 1963, Tsuda et al. 1989). Esto último queda demostrado por el ciclo de oviposición de la mañana que registró *Ae. apicoargenteus* (Corbet 1963) y los cambios día tras día en la periodicidad de la oviposición horaria de *Ae. albopictus* (Tsuda et al. 1989).

En relación a nuestros datos, si se diseñara un plan de monitoreo en “tiempo real”, es decir para detectar al vector, contabilizar las áreas infestadas y planificar el manejo integrado del vector; las trampas de oviposición podrían instalarse antes del amanecer y ser retiradas después del atardecer.

Conclusiones

La actividad de oviposición de *Aedes aegypti* en la ciudad de Resistencia, tiene una marcada preferencia por la franja de 16 a 20h. No obstante, franjas de 8 a 12h y 12 a 16h suelen ser utilizadas para llevar a cabo algunas oviposturas. Potencialmente el bajo registro de ovipostura, en los muestreos de invierno, estaría relacionado con un atardecer más temprano (18:45h) que representaría menos horas de luz para detectar el sitios de cría. En comparación con lo que ocurre en verano, que hay mayor cantidad de horas luz porque el atardecer sucede a las 20h.

A partir del número de los huevos depositados en cada franja horaria, podríamos inferir que *Ae. aegypti* desarrolla generalmente posturas individuales entre 1 a 4 huevos por ingreso al criadero y que probablemente la ovipostura fue hecho por una hembra.

CONSIDERACIONES FINALES

La ciudad de Resistencia representa el centro social y económico de la provincia del Chaco, además de ser la ciudad más poblada, nuclea al Área Metropolitana del Gran Resistencia junto con las localidades de Barranqueras, Puerto Vilelas y Fontana. Esta característica y su proximidad con 2 rutas nacionales y un puente interprovincial la vuelve epicentro de brotes epidémicos de virus transmitidos por *Ae. aegypti*.

A partir de nuestro estudio hemos podido describir estacionalmente los momentos de baja (junio-septiembre), media (abril-mayo y octubre-noviembre) y alta (diciembre-marzo) densidad poblacional del vector en la ciudad de Resistencia. Las mismas se encontraron influenciadas por la fluctuación de variables meteorológicas. Salvo la humedad relativa, que su efecto fue significativo con un tiempo de retraso de 28 a 35 días, las demás variables lo fueron desde los 7 hasta los 35 días previos a la colecta de huevos. En estas asociaciones se estableció que variables como la presión de vapor de agua, las temperaturas mínimas, máximas y promedio podrían incidir de manera directa al desencadenar la actividad de oviposición. En cambio, la precipitación, aunque tuvo una asociación con la actividad de ovipostura (incrementa con las lluvias acumuladas al cabo de los 28 a 35 días), no establece aumentos proporcionales del número de huevos y la proporción OT positivas. Sin embargo, tendencias lineales en el aumento del número de huevos pueden ocurrir hasta los 300mm y los mayores registros de proporción de ovitrampas positivas ocurren entre los 100 a 300mm. Posiblemente, al aumentar las precipitaciones y en presencia de otros criaderos en los sitios de muestreo, las hembras desarrollaron el proceso de “skip-oviposition” distribuyendo sus huevos a todos los recipientes disponibles, lo que condicionó el registro realizado por la OT durante las estaciones de verano y otoño. Sin embargo, durante el invierno y comienzo de primavera a pesar de contar con bajas precipitaciones la presencia de OT les permitió desarrollar su ovipostura.

Por otro lado, la humedad relativa fue la única variable que determinó una disociación con la actividad de oviposición de *Ae. aegypti*. Esta disociación comienza a ser evidente al superarse el 75% HR y el descenso del número de huevos continua hasta el 85% HR. Esto debe entenderse en términos estacionales, ya que, en otoño e invierno, cuando la actividad de oviposición (junto con la temperatura) comienza a descender, la humedad relativa mensual está por encima del 75%.

Durante el primer año, la función cúbica brindó detalles del modo en que se incrementa, se vuelve máximo y desciende la actividad de oviposición durante los meses de noviembre a marzo. En cambio, en el segundo año la función cúbica no tuvo un buen ajuste, dado que *Ae. aegypti* desarrolló una mayor fluctuación en la ovipostura durante los meses de diciembre a marzo de la que el modelo podía predecir. Este comportamiento podría guardar relación con la humedad relativa, pese a que, retrasos de 7 días no fueron significativos establecieron disociación entre esta variable y el número de huevos registrado en OT. En la primera semana del mes de enero del año 2017 se registraron 1.133 huevos, con un promedio semanal de 77,13% HR, y este valor se triplicó en la tercera semana a 72,70% HR.

Datos que describan aspectos del ciclo de vida de mosquitos urbanos en las cuatro estaciones, en este caso, centrados en *Ae. aegypti* son los primeros en realizarse en la provincia del Chaco y resultan aportes novedosos; además, contribuyen en una ampliación del conocimiento que se tiene hasta el presente de la biología de este mosquito para el NEA. Las tablas de vida de las poblaciones de Resistencia, describen que *Ae. aegypti* tiene la facultad de desarrollar ciclos cortos, con una alta fecundidad y un rápido reemplazo de las poblaciones adultas durante los meses de diciembre a marzo. En contraposición, los meses de mayo a octubre desarrollan ciclos largos, con una baja a moderada fecundidad y un lento reemplazo de las poblaciones adultas.

Durante la etapa reproductiva, una hembra de *Ae. aegypti* puede oviponer en promedio entre 3,54 a 8,21 huevos por día y llegan a una longevidad mediana de un mes, con solo dos

ingestas sanguíneas por semana. Cuando las hembras, aparte de la solución sanguínea, acceden a otra fuente de alimento, como una solución azucarada extienden aún más su longevidad llegando a cubrir los 2 meses de vida en nuestra zona de estudio.

Un umbral térmico de desarrollo próximo a los 8°C fue estimado a partir de las tablas de vida de larvas y pupas. Como ha sido demostrado en la actividad de oviposición estacional del año 2016, el descenso de la temperatura hasta un cierto umbral impacta en el registro de huevos colectados en campo, y podría ser consecuencia de que las hembras opten por permanecer en letargo y subsistir en vez de oviponer. Esto último queda confirmado por la tabla de vida de adultos de otoño 2016, ya que previo al primer registro de ovipostura se requirieron 5 ingestas sanguíneas, cuando la temperatura mínima estuvo por debajo de los 10 °C. Además, se incrementa el número de días que pueden pasar las hembras sin oviponer bajo un rango de temperatura mínima promedio de 8,10° C a 9,73 °C en comparación al resto de las cohortes de invierno 2015, primavera 2015, verano 2017 e invierno 2017.

En base al umbral térmico aquí estimado, es factible considerar que, rangos de temperatura promedio entre los 15,2 °C a 18,6 °C no limitan el desarrollo de larvas a pupas, pero extienden su permanencia en el criadero entre 18 a 20 días, lo que podría impactar en la supervivencia de las hembras. En otoño e invierno la proporción de hembras emergidas puede oscilar entre un 14% a 24%, y con ello, se estaría limitando la cantidad de huevos y las veces que es registrada la oviposición de *Ae. aegypti* por las ovitrampas. Cuando la temperatura asciende entre 20 °C a 22 °C, a finales de invierno e inicio de primavera, las hembras sobrevivientes retoman su actividad de ovipostura depositando un bajo lote de huevos por criadero y un paulatino incremento de su presencia en algunos sitios de la ciudad. En cambio, cuando la temperatura promedio ronda los 26 °C, a finales de primavera y durante el verano, el ciclo de desarrollo se reduce entre 8 a 10 días, el riesgo de mortalidad se vuelve nulo y se establece un mayor registro de hembras que emergen del criadero (alrededor de un 40 a 44%). Esto posibilita que, en un lapso de tiempo de 15 días, un gran número de hembras sean capaces de alimentarse, completar su primer ciclo gonadotrófico y continuar por 5 semanas más. Durante esta estación es evidente una distribución generalizada del

vector en el centro de la ciudad de Resistencia registrada por los altos valores de ovitrampas positivas.

En el año 2016 se produjo en el Chaco un brote de dengue que reporto más del 60% de los casos concentrados en las ciudades de Presidencia Roque Saenz Peña y Resistencia (Obregón et al. 2016). Este brote se inició en el mes de enero 2016 (SE 1) y estuvo precedida, como se detalló en el párrafo anterior, por un ciclo corto y muchas hembras emergidas. Luego esas hembras mantuvieron una actividad de ovipostura continua hasta mediado del mes de febrero 2016, momento en que la curva de supervivencia desciende por completo (SE 6). Durante este período, el tiempo generacional o la tasa de reemplazo de la población progenitora puede demorar entre 25 a 28 días, lo que coincidiría con la SE 10. Estos adultos emergidos serían los responsables de incrementar el número de casos en las siguientes semanas. A partir de la SE 12 y hasta la SE 16, se registró un incremento del número de casos confirmados, luego comenzó el descenso y final del brote (SE 17- 26). El descenso de casos guarda relación con un tiempo de desarrollo de inmaduros prolongado, de alrededor de 3 semanas (SE 17 a SE 19) y una lenta emergencia de adultos (SE 20 a SE 23). Finalmente, entre la SE 24 a 32, las hembras inician la actividad de oviposición, pero a valores bajos.

En condiciones naturales y en presencia de hábitats larvales, luego de la maduración de los huevos por parte de la hembra, el ingreso al sitio de cría ocurriría mayoritariamente en la franja horaria de 16 a 20 horas, con 1 a 4 huevos depositados por visita al criadero. Si a estos valores lo expresáramos en una semana, podríamos esperar encontrar como mínimo entre 7 a 28 huevos depositados. En relación a nuestro estudio de campo de la actividad estacional de ovipostura, si consideramos a la OT como un criadero más perteneciente a una vivienda y el cual es revisado semanalmente, valores que excedan enormemente dicha puesta semanal, previamente descripta, determinarían escasa oferta de hábitats larvales en el sitio, por el contrario, en presencia de oferta de recipientes los valores de lote de puestas registrados por la OT se aproximarían a 7-28 huevos.

Los datos aquí aportados resultan inéditos y sumamente útiles para el desarrollo de programas integrados de manejo del vector en la región y en particular en el sitio de estudio. Por ejemplo, si un municipio no cuenta con los recursos suficientes para desarrollar un LIRAA, centrar el relevamiento del vector por colocación de ovitrampas antes del amanecer y retiro después del atardecer brindaría información en tiempo real de las áreas afectadas; o se podría implementar como método de validación de un control focal.

De las variables meteorológicas estudiadas y que establecen la relación causal con los parámetros poblacionales, la actividad de oviposición y/o los cambios estacionales en las densidades del vector, la variable temperatura fue comprobada como la más influyente. Por otro lado, la humedad relativa que también registró ser influyente no lo fue en la intensidad y la dirección descrita por la temperatura. Ciertamente la humedad relativa tendería a impactar mayoritariamente en los estados de huevo y de adulto. Pero a partir de este trabajo y los estadísticos utilizados, nos enfocamos únicamente en demostrar que la humedad relativa modula el comportamiento de oviposición registrada en campo. Este último es un aspecto reproductivo del estado adulto y fue coincidente su influencia con un periodo de 35 días previos al registro de ovipostura.

La precipitación tiende a ser una variable también influyente, pero dependiente de la cantidad de lluvia caída según en el registro mensual, en tanto que la presión de vapor de agua evidencia una similar tendencia a la variable temperatura en intensidad y dirección.

Por lo expuesto, se sugiere el establecimiento de las siguientes líneas de acción y/o investigación:

Continuar y promover la vigilancia entomológica del vector en otras ciudades cabeceras de la provincia de Chaco como actividades rutinarias del sistema de salud.

Describir la relevancia de otras variables explicativas como la densidad de habitantes, fotoperíodo, presencia de hábitats larvales o sensores remotos y desarrollar mapas de riesgos o zonas de distribución del vector.

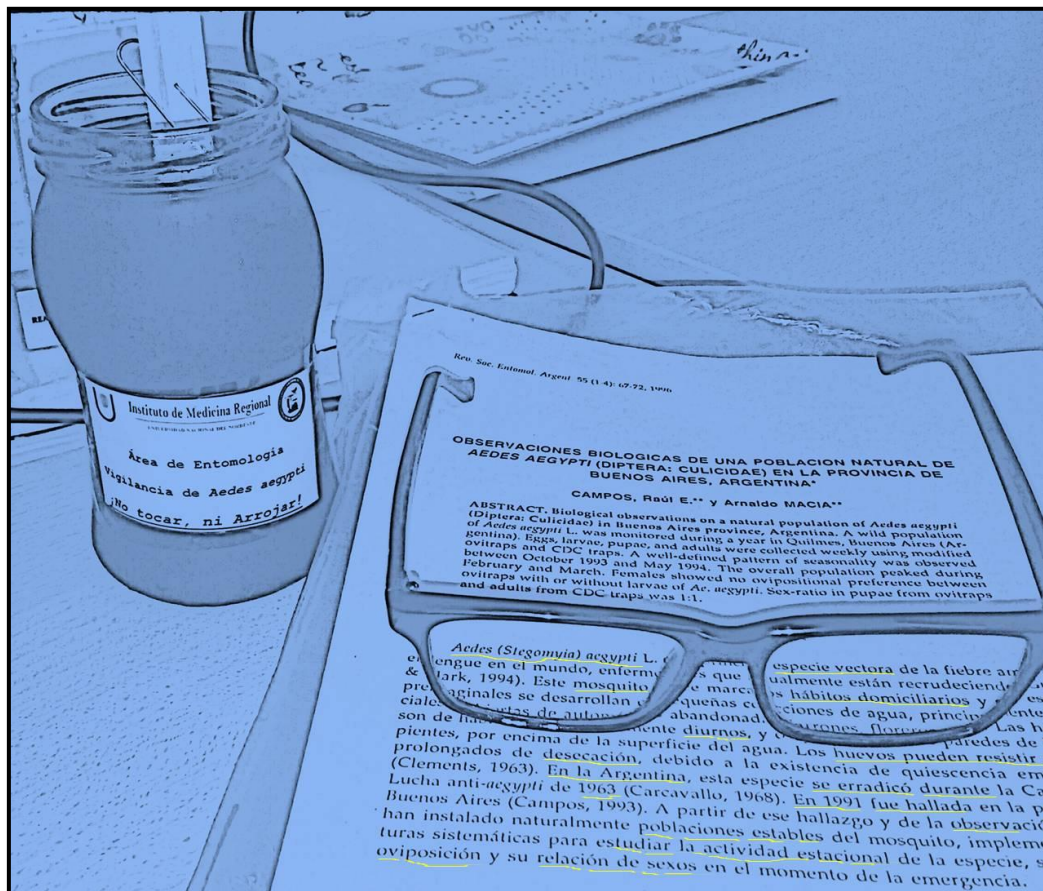
Caracterizar los estadísticos vitales de otras poblaciones de *Aedes aegypti* en la provincia de Chaco como del Chaco Seco y zona de transición a fin de poder identificar características propias de la historia de vida de esas localidades.

Indagar en la estructura genética-poblacional del vector de aquellas localidades históricas con registro de casos de dengue recurrentes.

Establecer la tasa de supervivencia, fecundidad y longevidad de las hembras adultas cuando presenten carga viral para dengue, Zika, chikunguya y fiebre amarilla.

Ampliar y caracterizar el rango horario a otras actividades biológicas del vector como la búsqueda de alimento y/o el momento de la cópula.

BIBLIOGRAFÍA



“...Uy si que tenes muchos cuentitos de mosquitos.”

Abril

Alberto, JA. 2014. Expansión urbana, parantrofitia y parantrozootia ¿biocenosis antropogénicas? el caso del Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR), Chaco. *Geográfica Digital* 22 (11): 1-33 p.

Alberto, JA. 2016. Recuperación y rehabilitación de espacios verdes para una valoración y preservación del patrimonio natural y cultural de una ciudad: el caso del Parque Ávalos, Resistencia, Chaco, Argentina. *Geográfica Digital* 13 (26): 1-20 p.

Almirón, W y M Brewer. 1995. Distribución estacional de Culicidae (Diptera) en áreas periféricas de Córdoba (Argentina). *Ecología Austral* 5 (1): 081-086 p.

Almirón, WR y F Ludueña-Almeida. 1998. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Córdoba, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 57(1-4): 27-28 p.

Almirón, WR y ME Brewer. 1996. Winter biology of *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, (Diptera: Culicidae) from Córdoba, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 91: 649-654 p.

Almirón, WR y R Asís. 2003. Índices de abundancia de larvas y pupas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Córdoba. *Rev Fac Cienc Med* 60(1): 37-41 p.

Almiron, WR, FL Almeida y M Brewer. 2000. Relative abundance and gonotrophic status of *Aedes albifasciatus* (Diptera: Culicidae) during the autumn-winter period in Córdoba province, Argentina. *J Med Entomol* 37 (1): 16-20 p.

Alonso, AC. 2019. Interacciones competitivas entre poblaciones naturales de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) de Misiones: una perspectiva desde la patogenicidad diferencial de los parásitos naturales. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. 202 p.

Álvarez, BB, RH Aguirre, JA Cespedez, AB Hernando y ME Tedesco. 2002. Características climáticas y fitogeográficas del NEA. 19-32 pp. En: Atlas de anfibios y reptiles de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (Argentina). Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes.

Aponte, CA. 2017. Variación temporal y cambios en la selección de hábitats de *Aedes aegypti* (Linnaeus) y *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Eldorado, Misiones. Tesis de grado. Universidad Nacional del Nordeste. 29 p.

Apumaita, JM, PA Corregidor, M Stein, MA Linares y WR Almirón. 2018. Comunidades de mosquitos (Díptera: Culicidae) de micro ambientes acuáticos de Jujuy. *XI Jornadas Regionales Sobre Mosquitos*. 40 p. La Rioja.

Arana-Guardia, R, CM Baak-Baak, MA Loroño-Pino, C Machain-Williams, BJ Beaty, L Eisen, y JE García-Rejón. 2014. Stormwater drains and catch basins as sources for production of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Acta tropica* 134: 33-42 p.

Auguier, LM. 1998. Presencia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Tucumán, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 57 (1-4): 66 p.

Avilés G, G Rangeon, V Vorndam, A Briones, P Baroni, D Enria y SM Sabattini. 1999. Dengue reemergence in Argentina. *Emerg Infec Dis* 5 (4): 575-578 p.

Avilés G, MV Paz, G Rangeon, MY Ranaivoarisoa, N Verzeri, S Roginski, P Baroni y D Enria. 2003. Laboratory surveillance of dengue in Argentina, 1995–2001. *Emerg Infec Dis* 9 (6): 738-742 p.

Aviles, G, G Rangeon, P Baroni, V Paz, M Monteros, JL Sartini y D Enria. 2000. Epidemia por virus de dengue-2 en Salta, Argentina 1998. *Medicina* 60: 875-879 p.

Aybar, CAV y GC Rossi. 2017. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) of the meridian zone of the subtropical mountainous rainforest of Argentina: update on the fauna and geographical distribution. *Check List* 13 (2): 1-13 p.

Balsiero, EG. 1988. Análisis de la actividad diaria de dípteros Nematoceros en Punta Lara (Pdo. de Ensenada, Prov. de Buenos Aires). I Culicidae. *Rev Soc Entomol Argent* 47 (1-4): 157-163 p.

Barbosa, AAC, EA Fávaro, A Mondini, MR Dibo y F Chiaravalloti Neto. 2010. Evaluation of oviposition traps as an entomological surveillance method for *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Rev Bras Entomol* 54: 328-331 p.

Barreto, E, Resende, MC, Eiras, AE y Jr PC Demarco. 2020. Evaluation of the baited ovitrap with natural attractant for monitoring *Aedes* spp. in Dili, capital of East Timor. *Ciência & Saúde Coletiva* 25: 665-672 p.

BEN. 2009. Boletín epidemiológico periódico. Situación del dengue en Argentina, primer semestre de 2009. URL: http://www.msal.gob.ar/saladesituacion/boletines_epidemiologia/pdfs/boletin-epidemiologico_dengue.pdf

BEN. 2016. Boletín integrado de vigilancia. N° 327, semana epidemiológica 37. URL: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/boletinintegrado-de-vigilancia-n327-se37.pdf>

BEN. 2020. Boletín integrado de vigilancia. N° 493. URL: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/biv_493_se15.pdf

BEN. 2023. Boletín epidemiológico nacional N 678 SE 45. URL: <https://bancos.salud.gob.ar/recurso/boletin-epidemiologico-nacional-n-678-se-45-2023>

BEN. 2024. Boletín epidemiológico nacional N 718 SE 33. URL: https://argentina.gob.ar/sites/default/files/2024/04/ben_718_e33.pdf

Benitez, EM, EL Estallo, MG Grech, MFrías-Céspedes, WR Almirón, MA Robert y FF Ludueña-Almeida. 2021. Understanding the role of temporal variation of environmental variables in predicting *Aedes aegypti* oviposition activity in temperate region. *Acta Tropica* 216: 105744.

Bergero, PE, CA Ruggerio, R Lombardo, NJ Schweigmann y HG Solari. 2013. Dispersal of *Aedes aegypti*: field study in temperate areas using a novel method. *J Vector Borne Dis* 50 (3): 163-170 p.

Bernardini-Zambrini, DA. 2011. Lecciones desatendidas entorno a la epidemia de dengue en Argentina, 2009. *Saude Publica* 45 (2): 428-430 p.

Beserra, EB, FP De Castro, JW Dos Santos, TS Santos y CRM Fernandes. 2006. Biología e exigencias térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regioes bioclimáticas da Paraíba. *Neotrop Entomol* 35 (6): 853-860 p.

Boccia, PG, LJ Ledesma, GA Ramis, PM Calzada, FA Pustetto, VA Fanego, S Fischer y N Schweigmann. 2018. Bromelias como criadero de *Aedes aegypti* en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *XI Jornadas Regionales Sobre Mosquitos*. 45 p. La Rioja.

Borda, CE, MFJ Rea y LA Mosqueda. 2000. Incremento de criaderos de *Aedes aegypti* en barrios de la ciudad de Corrientes entre 1998 y 2000. *V Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. 1-2 p. Corrientes.

Borda, CE, MFJ Rea, JR Rosa, LA Mosqueda y H Sario. 1999. Vector de la fiebre amarilla urbana y el dengue en la ciudad de Corrientes Argentina. *IV Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*: 1-3 p. Resistencia.

Borda, CE, MFJ Rea, LA Mosqueda, OD Benítez y MFL de Sprench. 2009. Situación epidemiológica del mosquito *Aedes aegypti* en la ciudad de Corrientes (Argentina). *VI Jornadas Regionales sobre Mosquitos*. 38 p. Corrientes.

Borda, CE, MFJ Rea, LA Mosqueda, OD Benítez y P Melnechuk. 2006. Significado epidemiológico de la existencia del mosquito *Aedes aegypti* en la ciudad de Corrientes, Argentina. *XI Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*: 1-4 p. Corrientes.

Borda, CE, MFJ Rea, LA Mosqueda, OD Benítez, MFL de Sprench, M Mierez y CM Gené. 2007. *Aedes aegypti* en la ciudad de Corrientes (Argentina): diez años de existencia e implicancia en la salud pública. *V Jornadas Regionales sobre Mosquitos*. 29 p. La Plata

Borda, CE, MJF Rea, LA Mosqueda y JR Rosa. 1998. Observaciones sobre la vida del *Aedes aegypti* en el laboratorio. *Segundo Congreso Argentino de Zoonosis*. 119 p. Buenos Aires.

Bottinelli, OR, G Marder, SN Ulón, L Ramírez y HR Sario. 2002. Estratificación de área de riesgo-dengue en la ciudad de Corrientes mediante el uso de los (SIG) Sistemas de información Geográfico. VII *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*: 1-4 p. Corrientes.

Bresser, VJ, F Diez, GC Rossi y MV Micieli. 2013. Determinación del período estacional de oviposición de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Santa Rosa, la Pampa, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 72 (1-2): 111-114 p.

Campos, RE y LP Lounibos. 2000. Life tables of *Toxorhynchites rutilus* (Diptera: Culicidae) in nature in southern Florida. *J Med Entomol* 37 (3): 385-392 p.

Campos, RE y M Maciá. 1996. Observaciones biológicas de una población natural de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 55 (1-4): 67-72 p.

Campos, RE y VE Sy. 2006. Variation in the hatching response of *Ochlerotatus albifasciatus* egg batches (Diptera: Culicidae) in temperate Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101: 47-53 p.

Campos, RE, GR Spinelli y M Mogi. 2011. Culicidae and Ceratopogonidae (Diptera: Nematocera) inhabiting phytotelmata in Iguazú National Park, Misiones province, subtropical Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 70 (1-2): 111-118 p.

Campos, RE, y RM Gleiser. 2016. Mosquitos que crían en microambientes acuáticos naturales. En: Berón CM (Ed). *Investigaciones sobre Mosquitos*. 119-141 pp. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.

Campos, RE. 1993. Presencia de *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. (Diptera: Culicidae) en la localidad de Quilmes (Buenos Aires, Argentina). *Rev Soc Entomol Argent* 52 (1-4): 36 p.

Canyon, DV, JLK Hii y R Müller. 1999a. Effect of diet on biting, oviposition, and survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 36 (3): 301-308 p.

Canyon, DV, JLK Hii y R Muller. 1999b. The frequency of host biting and its effect on oviposition and survival in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Bull Entomol Res* 89 (1): 35-39 p.

Carbajo, AE, y D Vezzani. 2015. Waiting for chikungunya fever in Argentina: spatio-temporal risk maps. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 110: 259-262 p.

Carbajo, AE, MV Cardo y D Vezzani. 2012. Is temperature the main cause of dengue rise in non-endemic countries? The case of Argentina. *Int J Health Geogr* 11: 1-11 p.

Carbajo, AE, N Schweigmann, SI Curto, A De Garín y R Bejarán. 2001. Dengue transmission risk maps of Argentina. *Trop Med Int Health* 6 (3): 170-183 p.

Cardo, MV, P Rosín, AE Carbajo, y D Vezzani. 2015. Artificial container mosquitoes and first record of *Aedes aegypti* in the islands of the Paraná Lower Delta, Argentina. *J Asia-Pac Entomol* 18 (4): 727-733 p.

Carrington, LB, MV Armijos, L Lambrechts, CM Barker y TW Scott. 2013b. Effects of fluctuating daily temperatures at critical thermal extremes on *Aedes aegypti* life-history traits. *PloS one* 8(3): e58824.

Carrington, LB, SN Seifert, NH Willits, L Lambrechts y TW Scott. 2013a. Large diurnal temperature fluctuations negatively influence *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) life-history traits. *J Med Entomol* 50 (1): 43-51 p.

Carrizo Páez, RE, MA Carrizo Páez y AF Murúa. 2016. Primer registro de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en San Juan, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 75 (1-2): 93-95 p.

Casas-Martínez, M, A Orozco-Bonilla, M Muñoz-Reyes, A Ulloa-García, JG Bondi, J Valle-Mora, M Weber y JC Rojas. 2013. A new tent trap from monitoring the daily activity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *J Vector Ecol* 38 (2): 277-288 p.

Chadee DD y R Martínez. 2000. Landing periodicity of *Aedes aegypti* with implications for dengue transmission in Trinidad, West Indies. *J Vector Ecol* 25 (2): 158-163 p.

Chadee, DD y JR Gilles. 2014. The diel copulation periodicity of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) at indoor and outdoor sites in Trinidad, West Indies. *Acta Tropica* 132: 91-95 p.

Chadee, DD y PS Corbert 1993. The gonotrophic status and diel pattern of entry to outdoor oviposition sites of female *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Ann Trop Med Parasitol* 87 (3):263-268 p.

Chadee, DD y PS Corbert. 1987. Seasonal incidence and diel patterns of oviposition in the field of mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Trinidad, West Indies: a preliminary study. *Ann Trop Med Parasitol* 82 (2): 151-161 p.

Chadee, DD y PS Corbet. 1989. Diel pattern of oviposition in the laboratory of the mosquito *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). *Ann Trop Med Parasit* 83 (4): 423-429 p.

Chadee, DD y PS Corbet. 1990. A night-time role the oviposition site of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Ann Trop Med Parasitol* 84 (5): 429-33 p.

Chadee, DD y PS Corbet. 1990. Diel patterns of oviposition indoors of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Trinidad, W.I.: a preliminary study. *Ann Trop Med Parasitol* 84 (1): 79-84 p.

Chadee, DD y PS Corbet. 1991. The gonadotrophic status of female *Aedes aegypti* (L.) overnight at the oviposition site (Diptera: Culicidae). *Ann Trop Med Parasitol* 85 (4): 461-466 p.

Chadee, DD y SA Ritchie. 2010. Efficacy of sticky and standard ovitraps for *Aedes aegypti* in Trinidad, West Indies. *J Vec Ecol* 35: 395-400 p.

Chadee, DD, PS Corbert y H Talbot. 1995. Proportions of eggs laid by *Aedes aegypti* on different substrates within an ovitrap in Trinidad, West Indies. *Med Vet Entomol* 9: 66–70 p.

Chadee, DD. 1988. Landing periodicity of the mosquito *Aedes aegypti* in Trinidad in relation to the insecticidal space-spraying. *Med Vet Entomol* 2: 189-192 p.

Chadee, DD. 1997. Effects of forced-egg-retention on the oviposition patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Bull Entomol Res* 87: 649–651 p.

Chadee, DD. 2009. Oviposition strategies adopted by gravid *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) as detected by ovitraps in Trinidad, West Indies. *Acta tropica* 111 (3): 279-283 p.

Chadee, DD. 2010. The diel oviposition periodicity of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) I Trinidad, West Indies: effects of forced egg retention. *Bull Entomol Res* 100: 599-603 p.

Chanampa, M, JF Gil, JP Aparicio, P Castillo, C Mangudo, GN Copa y RM Gleiser. 2018. Field comparison of oviposition substrates used in ovitraps for *Aedes aegypti* surveillance in Salta, Argentina. *J Appl Entomol* 142 (10): 985-990 p.

Chandrasiri, PKGK, HSD Fernando y BGDNK De Silva. 2020. Pre-imaginal development of *Aedes aegypti* in drains containing polluted water in urban cities in Sri Lanka. *In J Trop Insect Sci* 40 (2): 467-471 p.

Chang, LH, EL Hsu, HJ Teng y CM Ho. 2007. Differential survival of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae exposed to low temperatures in Taiwan. *J Med Entomol* 44 (2): 205-210 p.

Christophers, SR 1960. *Aedes aegypti* (L.) the Yellow Fever Mosquito: its Life History, bionomics and structure, Cambridge University Press. New York. 739 pp.

Clements, AN. 2012. Host/parasite interactions. En: R Cutts (Ed). The biology of mosquitoes. Volumen 3. Transmission of viruses and interactions with bacteria. pp 1-21. Cambridge University Press. Cambridge

Climate-data.org. 2024. URL: <http://es.climate-data.org/americadel-sur/argentina/chaco-163>

Consoli, RAGB y RL Oliveira. 1998. Considerações Gerais. En: W Duarte (Ed). Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. pp 17-18. FIOCRUZ. Rio de Janeiro

Corbert, PS y DD Chadee. 1990. Incidence and diel pattern of oviposition outdoors of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Trinidad, W.I. in relation to solar aspect. *Ann Trop Med Parasitol* 84 (1): 63-78 p.

Corbet PS. 1963. The Oviposition-cycles of certain sylvan culicine mosquitoes (Diptera, Culicidae) in Uganda. *Ann Trop Med Parasit* 57 (3): 371-381 p.

Corbet, PS y DD Chadee. 1992. The diel pattern of entry to outdoor oviposition sites by female *Aedes aegypti* (L.) Diptera: Culicidae that then laid eggs there: preliminary study. *Ann Trop Med Parasitol* 86 (5): 523-528 p.

Costa, EPAA, EMMS Santos, JC Correia y CMR Albuquerque. 2010. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Bras Entomol* 54: 488-493 p.

Costa, F, G Fattore y M Abril. 2012. Diversity of containers and buildings infested with *Aedes aegypti* in Puerto Iguazú, Argentina. *Cad Saúde Pública* 28 (9): 1802-1806 p.

Costa-da-Silva, AL, FR Navarrete, FS Salvador, M Karina-Costa, RS Ioshino, DS Azevedo, DR Rocha, CM Romano y ML Capurro. 2013. Glytube: a conical tube and parafilm M-based method as a simplified device to artificially blood-feed the dengue vector mosquito *Aedes aegypti*. *PloS one* 8(1): e53816.

Costero, A, JD Edman GG Clark y TW Scott, T. W. 1998. Life table study of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Puerto Rico fed only human blood versus blood plus sugar. *J Med Entomol* 35 (5): 809-813 p.

Curto, SI, R Boffi, AE Carbajo, R Plastina y N Schweigmann. 2002. Reinfestación del territorio argentino por *Aedes aegypti*. Distribución geográfica (199-1999). En: Salomón OD (Ed)

Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. pp 127-137. Fundación Mundo Sano. Buenos Aires.

Daniel, WW. 1978. Applied nonparametric statistics. Houghton Mifflin Company. USA. 635 p.

Datos.gob.ar. 2024. URL: <http://datos.gob.ar/dataset/salud-vigilancia-enfermedades-por-virus-dengue-zika>

David, MR, R Maciel-de-Freitas, MT Petersen, D Bray, FM Hawkes, GM Fernández-Grandon, S Young, G Gibson y RJ Hopkins. 2022. *Aedes aegypti* oviposition-sites choice under semi-field conditions. *Med Vec Entomol*. 37(4): 683- 692 p.

Day, JF, JD Edman y TW Scott. 1994. Reproductive fitness and survivorship of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) maintained on blood, with field observations from Thailand. *J Med Entomol* 31 (4): 611-617 p.

De Garín, A, R Bejarán y N Schweigmann. 2000. Eventos El Niño y La Niña y su relación con la abundancia potencial del vector del dengue en Argentina. En: Salomón OD (Ed). Actualizaciones de Artropodología Sanitaria Argentina 139-147 pp. Mondo Sano. Buenos Aires.

De La Vega, GJ y PE Schilman. 2015. La importancia de la fisiología en la distribución geográfica de los insectos. *Rev Soc Entomol Argent* 74 (3-4): 101-108 p.

De Majo, MS, G Zanotti, JO Giménez, RE Campos y S Fischer. 2021. Comparative study on the thermal performance of three *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) populations from Argentina. *J Med Entomol* 58 (4): 1733-1739 p.

De Majo, MS, G Zanotti, RE Campos y S Fischer. 2019. Effects of constant and fluctuating low temperatures on the development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from a temperate region. *J Med Entomol* 56 (6): 1661-1668 p.

De Majo, MS, P Montini y S Fischer. 2017. Egg hatching and survival of immature stages of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) under natural temperature conditions during the cold season in Buenos Aires, Argentina. *J Med Entomol* 54 (1): 106-113 p.

De Majo, MS, S Fischer, M Otero y N Schweigmann. 2013. Effects of thermal heterogeneity and egg mortality on differences in the population dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) over short distances in temperate Argentina. *J Med Entomol* 50 (3): 543-551 p.

Dennis, GR y ML Damiani. 2023. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Bahía Blanca city: incipient colonization in the entrance to Argentinian Patagonia? *Medicina* 83: 342-343 p.

Di Rienzo, JA, F Casanoves, MG Balzarini, L Gonzalez, M Tablada y CW Robledo. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>

Diaz-Nieto, LM, A Maciá, MA Perotti y Berón, C. M. 2013. Geographical limits of the southeastern distribution of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) in Argentina. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 7 (1): e1963.

Dibo, MR, AP Chierotti, MS Ferrari, AL Mendonca y FC Chiaravalloti Neto. 2008. Study of the relationship between *Aedes (stegomyia) aegypti* egg and adult densities, dengue fever and climate in Mirassol, state of Sao Paulo, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 103 (6): 554-560 p.

Diez, F, VJ Breser, EM Quirán y GC Rossi. 2011. Nuevos registros de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la provincia de La Pampa, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 70 (3-4): 347-349 p.

Diez, F, VJ Breser, EM Quirán y GC Rossi. 2014. Niveles de infestación y nuevos registros de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de La Pampa, Argentina *Rev Chilena Ent* 39: 67-72 p.

Diniz, DFA, CMR de Albuquerque, LO Oliva, MAV de Melo-Santos y CFJ Ayres. 2017. Diapause and quiescence: dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. *Parasite Vectors* 10: 1-13 p.

Do Nascimento, JF, GF Palioto-Pescim, RR Pescim, MS Suganuma, JAC Zequi y HC Golias. 2022. Influence of abiotic factors on the oviposition of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) in Northern Paraná, Brazil. *Int J Trop Insect Sci* 42 (3): 2215-2220 p.

Domínguez, C y S Lagos. 2001. Presencia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de Mendoza, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 60 (1-4): 79-890 p.

Donalísio, MR y CM Glasser. 2002. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. *Rev Brás Epidemiol* 5: 259-272 p.

Edman, JD, D Strickman, P Kittayapong y TW Scott. 1992. Female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand rarely feed on sugar. *J Medical Entomol* 29 (6): 1035-1038 p.

Espinosa, M, C. Flores y E. Guillard. 2010. Duración de la etapa acuática de *Aedes aegypti* en la localidad de Tartagal durante los meses de invierno. *Simposio Internacional sobre Control Epidemiológico de Enfermedades transmitidos por vectores*. 35 p. Mundo Sano.

Espinosa, M, D Weinberg, A Gómez y M Abril. 2009. Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. *Rev Arg Zoonosis Enf Inf Emerg* 7: 2-26 p.

Estallo, EL, AE Carbajo, MG Grechc, M Frías-Céspedes, L López, MA Lanfrie, FF Ludueña-Almeida y WR Almirón. 2011. Spatio-temporal dynamics of dengue 2009 outbreak in Córdoba City, Argentina. *Acta Tropica* 136: 129-136 p.

Estallo, EL, F Ludueña-Almeida, CM Scavuzzo, MV Introini y WR Almirón. 2011. Daily oviposition activity of *Aedes aegypti* in Orán, Argentina. *Rev Saude Publica* 45 (5): 977-980 p.

Estallo, EL, FF Ludueña-Almeida, AM Visintin, CM Scavuzzo, MV Introini, M Zaidenberg y WR Almirón. 2011. Prevention of dengue outbreaks through *Aedes aegypti* oviposition activity forecasting method. *Vector Borne Dis* 11 (5): 543-549 p.

Estallo, EL, FF Ludueña-Almeida, MV Introini, M Zaidenberg y WR Almirón. 2015. Weather variability associated with *Aedes (Stegomyia) aegypti* (dengue vector) oviposition dynamics in Northwestern Argentina. *PLoS ONE* 10 (5): e0127820.

Faraone, J, S Fischer, CA Aponte, E Etchepare, OS Stechina y M Stein. 2021. Hatching pattern and coexistence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Culicidae) in a subtropical city, Argentina, after three decades of coexistence. *Acta Tropica* 218: 105885 p.

Faull, KJ y CR Williams. 2016. Differentiation of *Aedes aegypti* and *Aedes notoscriptus* (Diptera: Culicidae) eggs using scanning electron microscopy. *Arthropod Struct Dev* 45 (3): 273-280 p.

Fava, FD, FL Almeida, WR Almiron y M Brewer. 2001. Winter biology of *Aedes albifasciatus* (Diptera: Culicidae) from Córdoba, Argentina. *J Med Entomol* 38 (2): 253-259 p.

Fischer, S, MC Marinone y N Schweigmann. 2002. *Ochlerotatus albifasciatus* in rain pools of Buenos Aires: seasonal dynamics and relation to environmental variables. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97: 767-773 p.

Flaibani, N, AA Pérez, IM Barbero y NE Burróni. 2020. Different approaches to characterize artificial breeding sites of *Aedes aegypti* using generalized linear mixed models. *Infect Dis Poverty* 9 (1): 1-11 p.

Fontanarrosa, MS, MC Marinone, S Fischer, PW Orellano y N Schweigmann. 2000. Effects of flooding and temperature on *Aedes albifasciatus* development time and larval density in two rain pools at Buenos Aires University City. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 95: 787-793 p.

Forattini, OP. 2002. Culicidologia Médica. 2nd. Edusp: São Paulo.

Fox, J y S Weisberg. 2019. An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>

Francia, A, y A Maciá. 2011. Efectos de la competencia larval en los mosquitos de contenedores artificiales, *Aedes aegypti* y *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) en condiciones semi-controladas. *Rev Soc Entomol Argent* 70 (3-4): 305-315 p.

Frank, JH y HC Lynn. 1982. Standardizing oviposition traps for *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*: time and medium. *J Fla Anti-Mosq Assoc* 53: 22-27 p.

Freire, MG y NJ Schweigmann. 2009. Effect of temperature on the flight activity of culicids in Buenos Aires City, Argentina. *J Nat Hist* 43 (35-36): 2167-2177 p.

Garcia, JJ, MV Micieli, MF Achinelly y GA Marti. 2002. Establecimiento de una población de *Aedes aegypti* L. en La Plata, Argentina. En: Salomón OD (Ed) Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. pp 149-153. Fundación Mundo Sano. Buenos Aires.

Garelli, FM, MO Espinosa, D Weinberg, HD Coto, MS Gaspe y RE Gürtler. 2009. Patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) infestation and container productivity measured using pupal and *Stegomyia* indices in Northern Argentina. *J Med Entomol* 46 (5): 1175-1186 p.

Garzón, MJ y N Schweigmann. 2015. Thermal response in pre-imaginal biology of *Ochlerotatus albifasciatus* from two different climatic regions. *Med Vet Entomol* 29 (4): 380-386 p.

Garzón, MJ, O Jensen y N Schweigmann. 2014. Environmental factors related to the abundance and activity of *Ochlerotatus albifasciatus* (Diptera: Culicidae) in an agricultural landscape of steppe arid climate. *J Med Entomol* 51 (4): 733-741 p.

Gato, R, A Companioni, RY Bruzón, Z Menéndez, A González y M Rodríguez. 2014. Release of thiotepa sterilized males into caged populations of *Aedes aegypti*: Life table analysis. *Acta Tropica* 132: 164-169 p.

Gauto, N, D Marrero, D Bogado, S Kelm, F Tejerina y L Tartaglino. 2015. Diversidad de mosquitos presentes en criaderos artificiales y caracterización de los criaderos más frecuentes para *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en el ámbito urbano de la ciudad de Posadas durante el mes de abril 2014. *IX Congreso Argentino de Entomología*. 305 p. Misiones.

Gillet, JD y AJ Haddow. 1957. Laboratory observation on the oviposition-cycle in the mosquito *Aedes (Stegomyia) africanus* Theobald. *Ann Trop Med Parasit* 51 (2): 170-174 p.

Giménez, JO, Alvarez, CN, WR Almirón y M Stein. 2020. Meteorological variables associated with the temporal oviposition rate of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Resistencia city, Chaco province, Northeastern Argentina. *Acta Tropica* 212: 105678.

Giménez, JO, S Fischer, L Zalazar y M Stein. 2015. Cold season mortality under natural conditions and subsequent hatching response of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs in a subtropical city of Argentina. *J Med Entomol* 52 (5): 879-885 p.

Goddard, J. 2012. History of medical entomology and public health. En (Ed). *Public Health Entomology*. pp 3-27. CRC Press. New York.

Gomes, AS, CJS Sciavico y AE Eiras. 2006. Periodicity of oviposition of female of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) in laboratory and Field. *Rev Soc Bras Med Trop* 39 (4): 327-332 p.

Gómez, G, JE Rabinovich y GE Machado-Allison. 1977. Population analysis of *Culex pipiens fatigans* Wied. (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions. *J Med Entomol* 13 (4-5): 453-463 p.

Grech, M, A Visintin, M Laurito, E Estallo, P Lorenzo, I Roccia, M Korin, F Goya, F Ludueña-Almeida y W Almirón. 2012. New records of mosquito species (Diptera: Culicidae) from Neuquén and La Rioja provinces, Argentina. *Rev Saude Publica* 46: 387-389 p.

Grech, MG y F Ludueña Almeida. 2016. Mosquitos que crían en microambientes artificiales. En: Berón CM (Ed). Investigaciones sobre Mosquitos. 142-155 pp. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.

Grech, MG, F Ludueña-Almeida y WR Almirón. 2010. Bionomics of *Aedes aegypti* subpopulations (Diptera: Culicidae) from Argentina. *J Vec Ecol* 35 (2): 277-285 p.

Grech, MG, ML Miserendino y WR Almiron. 2023. The role of temperature in shaping *Culex acharistus* mosquitoes life history traits in its southern limit of distribution (Patagonia-Argentina). *Heliyon* 9 (2): e13696.

Grech, MG, PD Sartor, WR Almirón y FF Ludueña-Almeida. 2015. Effect of temperature on life history traits during immature development of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) from Córdoba city, Argentina. *Acta Tropica* 146: 1-6 p.

Gürtler, RE, FM Garelli y HD Coto. 2009. Effects of a five-year citywide intervention program to control *Aedes aegypti* and prevent dengue outbreaks in northern Argentina. *PloS Negl Trop Dis* 3 (4): e427.

Hack, WH, GJ Torales, ME Bar y B Oscherov. 1978. Observaciones etológicas sobre culícidos de Corrientes. *Rev Soc Entomol Argent* 37 (1-4): 137-151 p.

Haddow, AJ y JD Gillet. 1957. Observations on the oviposition-cycle of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus). *Ann Trop Med Parasitol* 51: 159-169 p.

Haddow, AJ, PS Corbet y JD Gillet. 1960. Laboratory observation on the oviposition-cycle in the mosquito *Aedes* (*Stegomyia*) *apicoargenteus* Theobald. *Ann Trop Med Parasit* 54 (4): 392-396 p.

Harbach, RE. 2013. Mosquito Taxonomic Inventory URL: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/>

Harrington, LC, A Ponlawat, JD Edman, TW Scott y F Vermeulen. 2008. Influence of container size, location, and time of day on oviposition patterns of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Thailand. *Vector Borne Zoonotic Dis* 8 (3): 415-423 p.

Heinisch, MRS, FA Diaz-Quijano, F Chiaravalloti-Neto, FG Menezes Pancetti, R Rocha Coehlo, P. dos Santos Andrade, PR Urbinatti, RMMS de Almeida, y TN Lima-Camara. 2019. Seasonal and spatial distribution de *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a municipal urban park in Sao Paulo, SP, Brazil. *Acta Tropica* 189: 104-113 p.

Hervé, M. 2022. RVAideMemoire: Testing and Plotting Procedures for Biostatistics. R package version 0.9-81-2. URL <https://CRAN.R-project.org/package=RVAideMemoire>

Hidro.gov.ar. 2024. URL: <https://hidro.gov.ar/Observatorio/Astronomia.asp?op=1>

Honório, NA, CT Codeço, FDC Alves, MDA Magalhães y R Lourenço-De-Oliveira. 2009. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. *J Med Entomol* 46 (5): 1001-1014 p.

Hothorn, T, K Hornik, MA Van de Wiel y A Zeileis. 2008. Implementing a class of permutation tests: The coin package. *Journal of Statistical Software* 28 (8): 1-23 p. URL: <https://doi.org/10.18637/jss.v028.i08>.

Introini, MV, WR Almirón y FF Ludeña Almeida. 2001. Bionomía de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Córdoba, Argentina. *II Jornadas Regionales Sobre Mosquitos*. 46-48 p. Córdoba

Irvin, N, MS Hoddle, DA O'Brochta, B Carey y PW Atkinson. 2004. Assessing fitness costs for transgenic *Aedes aegypti* expressing the GFP marker and transposase genes. *Proc Natl Acad Sci* 101(3): 891-896 p.

Jones, MDR. 1981. The programming of circadian flight-activity in relation to mating and the gonotrophic cycle in the mosquito, *Aedes aegypti*. *Physiol Entomol* 6(3): 307-313 p.

Koenker, R .2022. quantreg: Quantile Regression. R package version 5.94. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=quantreg>

Komsta, L. 2019. mbim: Median-Based Linear Models. R package version 0.12.1. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=mbim>.

Kraemer, MUG, ME Sinka, KA Duda, AQN Mylne, FM Shearer, CM Barker, CG Moore, RG Carvalho, GE Coelho, W Van Bortel, G Hendrickx, F Schaffner, IRF Elyazar, HJ Teng, OJ Brady, JP Messina, DM Pigott, TW Scott, DL Smith, GRW Wint, N Golding y SI Hay. 2015. The global distribution of arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Elife* 4, e08347.

Laporta, GZ, AM Potter, JFA Oliveira, BP Borke, DB Pecor y YM Linton. 2023. Global Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in climate change scenario of Regional Rivalry. *Insects* 14(1): 49 p.

Lazzarino, C. 2021. Epidemia de fiebre amarilla en la ciudad de Buenos Aires en 1871. *Rev Argent Salud Publica* 13: e50.

Leporace, M, MC Rilo y MA Lorenzetti. 2018. Dengue y Chikungunya: Estudio de variación estacional y detección de presencia de virus en los vectores *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, en Santo Tomé Corrientes. Informe de Proyecto. Instituto Barcelo. 27 p. URL: <https://repositorio.barcelo.edu.ar>

Lizuain, AA, M Leporace, MS Santini y N Schweigmann. 2018. Abundancia relativas y presencia de *Aedes aegypti* y *Ae. albopictus* (Diptera: Culicidae) según el grado de urbanización en la provincia de Misiones. *XI Jornadas Regionales Sobre Mosquitos*. 58 p. La Rioja.

Lizuain, AA, M Leporace, MS Santini., ME Utgés y N Schweigmann. 2019. Update on the distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Misiones, Argentina. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 61: 1-6 p.

Loetti, M V, NE Burroni, P Prunella y N Schweigmann. 2008. Effect of temperature on the development time and survival of preimaginal *Culex hepperi* (Diptera: Culicidae). *Rev Soc Entomol Argent* 67: 79-85 p.

Loetti, MV, NE Burroni, N Schweigmann y A De Garin. 2007. Effect of different thermal conditions on the pre-imaginal biology of *Culex apicinus* (Philippi, 1865) (Diptera: Culicidae). *J Vec Ecol* 32 (1): 106-111 p.

Loetti, V, MS De Majo, RE Campos, CM Di Battista y S Fischer. 2021. Effect of parental photoperiod on body size and developmental time of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires City. *J Med Entomol* 58 (4): 1638-1642 p.

Loetti, V, N Burroni y D Vezzani. 2007. Seasonal and daily activity patterns of human-biting mosquitoes in a wetland system in Argentina. *J Vec Ecol* 32 (2): 358-365 p.

Loetti, V, N Schweigmann y N Burroni. 2011. Development rates, larval survivorship and wing length of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) at constant temperatures. *J Nat Hist* 45 (35-36): 2203-2213 p.

Loetti, V, NJ Schweigmann y NE Burroni. 2011. Temperature effects on the immature development time of *Culex eduardoi* Casal & García (Diptera: Culicidae). *Neotrop Entomol* 40: 138-142 p.

Logan, M. 2010. Biostatistical Design and Analysis Using R. A Practical Guide. Wiley-Blackwell, United Kingdom. 546 p.

Ludueña Almeida, FF y DE Gorla. 1995. The biology of *Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus* Macquart, 1838 (Diptera: Culicidae) in Central Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 90: 463-468 p.

Maciá, A. 2006. Differences in performance of *Aedes aegypti* larvae raised at different densities in tires and ovitraps under field conditions in Argentina. *J Vec Ecol* 31 (2): 371-377 p.

Maciá, A. 2009. Effects of larval crowding on development time, survival and weight at metamorphosis in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Soc Entomol Argent* 68 (1-2): 107-114 p.

Mangiafico, S. 2022. rcompanion: Functions to Support Extension Education Program Evaluation. R package version 2.4.18. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=rcompanion>

Mangudo, C, JP Aparicio y RM Gleiser. 2011. Tree holes as larval habitats for *Aedes aegypti* in public areas in Aguaray, Salta province, Argentina. *J Vec Ecol* 36 (1): 227-230 p.

Mangudo, C, JP Aparicio y RM Gleiser. 2015. Tree holes as larval habitats for *Aedes aegypti* in urban, suburban and forest habitats in a dengue affected area. *Bull Entomol Res* 105 (6): 679-684 p.

Mangudo, C, JP Aparicio, GC Rossi y RM Gleiser. 2018. Tree hole mosquito species composition and relative abundances differ between urban and adjacent forest habitats in Northwestern Argentina. *Bull Entomol Res* 108 (2): 203-212 p.

Manrique-Saide, P, C Arisqueta-Chablé, E Geded-Moreno, J Herrera-Bojórquez, V Uc, J Chablé-Santos, A Che-Mendoza, EC Sanchez, JI Arrendo-Jiménez y A Medina-Barreiro. 2013. An assessment of the importance of subsurface catch basins for *Aedes aegypti* adult production during the dry season in a neighborhood of Merida, Mexico. *J Am Mosq Control Assoc* 29 (2): 164-167 p.

Martínez Torres, E. 1998. El Problema. En: Martínez Torres (Ed). Dengue y dengue hemorrágico. pp 23-41. Laboratorio Elea, Buenos Aires Argentina.

Martínez-Ibarra, JA, MH Rodriguez, JI Arredondo-Jimenez y B Yuval. 1997. Influence of plant abundance on nectar feeding by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in southern Mexico. *J Med Entomol* 34(6): 589-593 p.

McClelland, GAH. 1968. Field observations on periodicity and site preference in oviposition by *Aedes aegypti* (L.) and related mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Kenya. *Proc R ent Soc Lond* 43 (10-12): 147-154 p.

Micieli, MV y RE Campos. 2003. Oviposition activity and seasonal pattern of a population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in subtropical Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 95 (5): 659-663 p.

Micieli, MV, JJ Garcia, MF Achinelly y GA Martí. 2004. Dinámica de los estadios inmaduros del vector del dengue *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): un estudio longitudinal (1996-2000). *Rev Biol Trop* 54 (3): 979-983 p.

Miyazaki, RD, ALM Ribeiro, MG Pignatti, JJH Campelo y M Pignati. 2009. Monitoring of *Aedes aegypti* mosquitoes (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) by means of ovitraps at the Universidade Federal de Mato Grosso Campus, Cuiabá, State of Mato Grosso. *Rev Soc Bras Med Trop* 42 (4): 392-397 p.

Mogi, M, W Choochote, C Khamboonruang y P Suwanpanit. 1990. Applicability of presence absence and sequential sampling for ovitrap surveillance of *Aedes* (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai, northern Thailand. *J Med Entomol* 7 (4): 509-514 p.

Mohammed, A y Chadee DD. 2011. Effects of different temperature regimens on the development of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Acta tropica* 119 (1): 38-43 p.

Monteiro,FJC, JCT Carvalho y RNP Souto. 2014. Distribuicao da oviposicao e dinamica temporal do *Aedes aegypti* (Linnaeus) por meio de ovitrampas. *Entomo Brasiliis* 7(3): 188-192 p.

Montero, G, K Lopez, F Tejerina, N Gauto, R Zarate, L Esquivel y L Tartaglino. 2014. Registro de actividad de *Aedes aegypti* en el microcentro de la ciudad de Posadas. Junio 2012-Marzo 2013. *IX Jornadas Regionales Sobre Mosquitos*. 66-67 p. Chaco.

Montini, P, MS De Majo y S Fischer. 2021. Delayed mortality effects of cold fronts during the winter season on *Aedes aegypti* in a temperate region. *J Therm Biol* 95: 102808.

Muttis, E, A Balsalobre, A Chuchuy, C Mangudo, AT Ciota, LD Kramer y MV Micieli. 2018. Factors related to *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) populations and temperature determine differences on life-history traits with regional implications in disease transmission. *J Med Entomol* 55 (5): 1105-1112 p.

Naksathit, AT y TW Scott. 1998. Effect of female size on fecundity and survivorship of *Aedes aegypti* fed only human blood versus human blood plus sugar. *J Am Mosq Control Assoc* 14 (2): 148-152 p.

Navarro-Alberto, JA. 1996. La Prueba Q de Cochran. Teoría y aplicaciones en Biología. *Ed Mat* 8 (1): 78-92 p.

Obregón, L, E Buyatti, K Peralta, M Sejas, L Zorzo y S Genero. 2016. Caracterización de un brote de dengue en la provincia del Chaco entre enero y Julio de 2016. *Rev Argent Salud Pública* 7(29): 38-40 p.

Olmedo, RA, RE Stetson y LA Alvarenga. 1991. Índice de infestación por *Aedes* (Ste.) *aegypti* L. 1762 en la ciudad de Posadas Misiones Argentina. II *Congreso Argentino de Entomología*. 235 p. Córdoba.

Oria, GI, M Stein y JO Goronder. 1998. Estudio de la culicifauna en villa Pegoraro, Resistencia, Chaco. III *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. 28-30 p. Corrientes

Oria, GI, M Stein y JO Goronder. 2002. Mosquitos, sus criaderos y factores socioculturales de la población en el Nordeste argentino. En: Salomon OD (Ed) *Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina*. pp 167-172. Fundación Mundo Sano. Buenos Aires.

Oria, GI. 2019. Patrones de distribución espacio-temporal de *Flavivirus* en Pampa del Indio, Chaco. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. 139 p.

Ousset, JH, JK de Ustaran y B Lombardo. 1967. Erradicación del *Aedes aegypti* en la República Argentina. *Seg. Jorn. Entomoepid. Arg.* 1965 (2): 81-88 p.

Oyarzabal, M, J Clavijo, L Oakley, F Biganzoli, P Tognetti, I Barberis, HM Maturo, R Aragón, PI Campanello, D Prado, M Oesterheld y RJ León. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología austral* 28 (1): 40-63 p.

Panigrahi, SK, TK Barik, S Mohanty, & NK Tripathy. 2014. Laboratory evaluation of oviposition behavior of field collected *Aedes* mosquitoes. *Journal of Insects* 2014

Paploski, IAD, MS Rodrigues, VA Mugabe, M Kikuti, AS Tavares, MG Reis, U Kitron y GS Ribeiro. 2016. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. *Parasit Vectors* 9 (1): 1-8 p.

Pohlert, T. 2022. PMCMRplus: Calculate Pairwise Multiple Comparisons of Mean Rank Sums Extended. R package version 1.9.6. <https://CRAN.R-project.org/package=PMCMRplus>

Prado, GP, JS Maciel, GR Leite y MAA Souza. 2017. Influence of shading and pedestrian traffic on the preference of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) for oviposition microenvironments. *J Vec Ecol* 42 (1): 155-160 p.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Ramírez, ML. 2006. Geografía de la salud del Chaco: una aproximación al perfil sanitario y epidemiológico de la población chaqueña ya la utilización de los servicios hospitalarios. El Autor. Resistencia 190 p.

Ramírez, PG, WR Almirón, L Zalazar y M Stein. 2013. Culicidae (Diptera) en un área rural del Chaco Seco, Argentina. *FACENA* 29: 53-63 p.

Reinbold-Wasson, DD y M H Reiskind. 2021. Comparative skip-oviposition behavior among container breeding *Aedes* spp. mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 58(6): 2091-2100 p.

Resende, MC, IM Silva, BR Ellis y AE Eiras. 2013. A comparison of larval, ovitrap and mosquitrap surveillance for *Aedes (Stegomyia) aegypti*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 108 (8): 1024-1030 p.

Rey, JR, GF O'Meara, SM O'Connell y MM Cutwa-Francis. 2006. Factors affecting mosquito production from stormwater drains and catch basins in two Florida cities. *J Vec Ecol* 31 (2): 334-343 p.

Robinson, WH. 2005. Urban Entomology. En: Robinson (Ed). Urban insects and arachnids. A handbook of urban entomology. pp 3-32. Cambridge University Press. Cambridge.

Rodríguez, GA, CAV Aybar, GL Claps y MSL de Grosso. 2015a. Seasonal oviposition activity of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in San Miguel de Tucumán, northwestern Argentina. *Fla Entomol* 98(4): 1241-1243 p.

Rodríguez, GA, VG Herrera, MA Pomares, AO Angeletti, AC Jozami, JC Zarate, CA Veggiani Aybar y GL Claps. 2015b. Indices de infestación de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) en dos sitios de la provincia de Tucumán: ambiente Urbano y periurbano. IX Congreso Argentino de Entomología. 40 p. Misiones

Ronderos, RA, JA Schnack y A Maciá. 1992. Composición y variación estacional de una taxocenosis de Culicidae del ecotono subtropical pampásico (Insecta, Diptera). *Graellsia* 48: 3-8 p.

Rotela C, F Fouque, M Lamfri, P Sabatier, V Introini, M Zaidenberg y C Scavuzzo. 2007. Space-time analysis of the dengue spreading dynamics in the 2004 Tartagal outbreak, Northern Argentina. *Acta Tropica* 103: 1-13 p.

Rubio, A, MV Cardo y D Vezzani. 2011. Tire-breeding mosquitoes of public health importance along an urbanisation gradient in Buenos Aires, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 106(6): 678-684 p.

Rubio, A, MV Cardo, D Vezzani y AE Carbajo. 2020. *Aedes aegypti* spreading in South America: new coldest and southernmost records. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 115: e190496.

Russell, RC y SA Ritchie. 2004. Surveillance and behavioral investigations of *Aedes aegypti* and *Aedes polynesiensis* in Moorea, French Polynesia, using a sticky ovitrap. *J Am Mosquito Contr* 20 (4): 370-375 p.

Sacchetti, L y M Rovere. 2007. La salud pública en las relaciones internacionales: cañones, mercancías y mosquitos. Editorial El Agora, Buenos Aires Argentina.

Saifur, RGM, H Dieng, AA Hassan, MRC Salmah, T Satho, F Miake y A Hamdan. Changing domesticity of *Aedes aegypti* in Northern Peninsular Malaysia: reproductive consequences and potencial epidemiological implications. *PLoS ONE* 7(2): e30919.

Sánchez-Díaz, E, RM Gleiser, LR Lopez, C Guzman, MS Contigiani, L Spinsanti, CN Gardenal y DE Gorla. 2021. Oviposition dyanmics of *Aedes aegypti* in Central Argentina. *Med Vet Entomol* 36 (1): 46-55 p.

Santini y Leporace. 2017. Dinámica poblacional de *Aedes aegypti* y comparación de indicadores entomológicos en la ciudad de Santo Tomé, Corrientes. Informe de Proyecto. Instituto Barcelo. 18 p. URL: <https://repositorio.barcelo.edu.ar>

Santos de Abreu, FV, MM Morais, SP Ribeiro y AE Eiras. 2015. Influence of breeding site availability on the oviposition behaviour of *Aedes aegypti*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 110(5): 669-676 p.

Schweigmann, N, P Orellano, J Kuruc, MT Vera, D Vezzani y A Méndez. 2002. Distribución y abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Buenos Aires. En: Salomón OD

(Ed) Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. pp 155-160. Fundación Mundo Sano. Buenos Aires.

Schweigmann, N. 2016. Proyecciones, reflexiones y necesidades futuras en las investigaciones sobre mosquitos. En: Berón CM (Ed). Investigaciones sobre mosquitos de Argentina. 360-371 pp. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.

Seijo, A. 2009. Dengue 2009: cronología de una epidemia. *Arch Argent Pediatr* 107(5): 387-391 p.

Seijo, A., Y. Romer, M. Espinosa, J. Monroig, S. Giamperetti, D. Ameri y L. Antonelli. 2009. Brote de dengue autóctono en el Área Metropolitana de Buenos Aires experiencia del hospital de enfermedades infecciosas F.J. Muñiz. *Medicina* 69: 593-600 p.

Serpa, LLN, GRA Monteiro Marques, AP de Lima, JC Voltolini, MDB Arduino, GL Barbosa, VR Andrade y VLC de Lima. 2013. Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil. *Parasit Vectors* 6: 1-11 p.

Sharma, GSDe, U Mandal, R Bhattacharjee y DS Suman. 2023. Ecological variations in adult life table attributes of *Aedes aegypti* (L.) from the desert and coastal regions of India. *Med Vet Entomol* 37 (1): 164-169 p.

Silva, SOF, C Ferreira de Mello, R Figueiró, D de Aguiar Maia y J Alencar. 2018. Distribution of the mosquito communities (Diptera: Culicidae) in oviposition traps introduced into the Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Vector Borne Zoonotic Dis* 18 (4): 214-221 p.

Slosek, J. 1986. *Aedes aegypti* mosquitoes in the Americas: A review of their interactions with the human population. *Soc Sci Med* 23 (3): 249-2557 p.

Smith, M, D Dixon, C Bibbs, D Autry, y RD Xue. 2018. Diel patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) after resurgence in St. Augustine, Florida as collected by a mechanical rotator trap. *J Vect Ecol* 43 (1): 201-204 p.

Soares, FA, JC Silva, JBBS Oliveira y FVSD Abreu. 2015. Study of oviposition behavior of *Aedes aegypti* in two neighborhoods under the influence of semi-arid climate in the municipality of Salinas, State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Patol Trop* 44 (1): 77-88 p.

Someren, CC, RB Heisch y M Furlong. 1958. Observations on the behaviour of some mosquitos of the Kenya coast. *Bull Ent Res* 49: 643-660 p.

Southwood, TRE, G Murdie, M Yasuno, RJ Tonn y P Reader. 1972. Studies on the life budget of *Aedes aegypti* in Wat Samphaya, Bangkok, Thailand. *Bull Wid Hith Or* 46 (2): 211-226 p.

Souza, RL, VA Mugabe, IAD Paploski, MS Rodrigues, PS dos Santos Moreira, LCJ Nascimento, CM Roundy, SC Weaver, MG Reis, U Kitron y GS Ribeiro. 2017. Effect of an intervention in storm drains to prevent *Aedes aegypti* reproduction in Salvador, Brazil. *Parasit vectors* 10 (1): 1-6 p.

Sowilem, MM, HA Kamal y El Khater. 2013. Life table characteristics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Saudi Arabia. *Trop Biomed* 30 (2): 301-314 p.

Stechina, OS. 2019. Detección y caracterización molecular de flavivirus detectados en mosquitos del género *Culex* colectados en ambiente urbano y semiurbano de Resistencia, Chaco. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. 119 p.

Stein M y GI Oria. 2002. Identificación de criaderos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y cálculo de índices de infestación en la provincia del Chaco. En: Salomón OD (Ed) Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. pp 161-166. Fundación Mundo Sano. Buenos Aires.

Stein, M, GC Rossi y WR Almirón. 2016b. Distribución geográfica de Culicidae de Argentina. En Berón C (Ed). Investigaciones sobre mosquitos de Argentina. 47-56 pp. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.

Stein, M, GI Oria y WR Almirón. 2002. Principales criaderos para *Aedes aegypti* y culícidos asociados, Argentina. *Rev Saude Pública* 6(5): 627-630 p.

Stein, M, GI Oria, WR Almirón y JA Willener. 2005. Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* en Chaco, Argentina. *Rev Saude Pública* 39(4): 559-564 p.

Stein, M, L Zalazar, JA Willener, FL Almeida y WR Almirón. 2013. Culicidae (Diptera) selection of humans, chickens and rabbits in three different environments in the province of Chaco, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 108: 563-571 p.

Stein, M, M Santana, LM Galindo, E Etchepare, JA Willener y WR Almirón. 2016a. Culicidae (Diptera) community structure, spatial and temporal distribution in three environments of the province of Chaco, Argentina. *Acta Tropica* 156: 57-67 p.

Stein, M, MJD Juri, GI Oria y PG Ramírez. 2013. *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae) epiphytes, potential new habitat for *Aedes Aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) collected in the province of Tucumán, Northwestern Argentina. *Fla. Entomol* 96 (3): 1202-1206 p.

Stein, M. 2009. Bionomía y taxonomía de Culicidae (Díptera) recolectados en la provincia del Chaco. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Noreste. 292 p.

Stiling, PD. 2012. Physiological ecology. Temperature. 105-120 pp. En *Ecology: global insights & investigations*. Mc Graw-Hill, New York.

Styer, LM, SL Minnick, AK Sun y TW Scott. 2007. Mortality and reproductive dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) fed human blood. *Vector Borne Dis* 7 (1): 86-98 p.

Suwannachote, N, JP Grieco, NL Achee, W Suwonkerd, S Wongtong y T Chareonviriyaphap. 2009. Effects of environmental conditions on the movement patterns of *Aedes*

aegypti (Diptera: Culicidae) into and out of experimental huts in Thailand. *J Vec Ecol* 34 (2): 267-275 p.

Teesdale, C. 1955. Studies on the bionomics of *Aedes aegypti* (L.) in its natural habitats in a coastal region of Kenya. *Bull Entom Res Lond* 46 (3): 711-742 p.

Tejerina, EF, FF Ludueña Almeida y WR Almirón. 2009. Bionomics of *Aedes aegypti* subpopulations (Diptera: Culicidae) from Misiones province, northeastern Argentina. *Acta Tropica*. 109 (1): 45-49 p.

Tinker, ME. 1967. Measurement of *Aedes aegypti* populations. *J Econ Entomol* 60 (3): 634-637 p.

Trpis, M, GAH McClelland, JD Gillett, C Teesdale y TR Rao. 1973. Diel periodicity in the landing of *Aedes aegypti* on man. *Bull World Health Organ* 48 (5): 623-629 p.

Tsuda, Y, M Takagi y Y Wada. 1989. Field observations time of *Aedes albopictus*. *Trop Med* 31 (4): 161-165 p.

Tun-Lin, W, TR Burkot y BH Kay. 2000. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Med Vet Entomol* 14 (1): 31-37 p.

Ulón, SN, OR Bottinelli, G Marder y HR Sario. 2000. Dengue: caracterización de los factores de riesgo en la ciudad de Corrientes. V *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. 1-3 p. Corrientes.

Uribe, LJ. 1983. The problem of *Aedes aegypti* control in the Americas. *Bull Pan Am Health Organ* 17(2): 133-141 p.

Vezzani, D y AP Albicocco. 2009. The effect of shade on the container index and pupal productivity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* breeding in artificial containers. *Med Vet Entomol* 23 (1): 78-84 p.

Vezzani, D y N Schweigmann. 2002. Suitability of containers from different sources as breeding sites of *Aedes aegypti* (L.) in a cemetery of Buenos Aires City, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97 (6): 789-792 p.

Vezzani, D, A Rubio, SM Velazquez, N Schweigmann y T Wiegand. 2005. Detailed assessment of microhabitat suitability for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires, Argentina. *Acta Tropica* 95 (2): 123-131 p.

Vezzani, D, SM Velázquez y N Schweigmann. 2004. Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires City, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 99 (4): 351-356 p.

Vezzani, D, SM Velázquez, S Soto, y NJ Schweigmann. 2001. Environmental characteristics of the cemeteries of Buenos Aires City (Argentina) and infestation levels of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz* 96(4): 467-471 p.

Vezzani, D. 2007. Artificial container-breeding mosquitoes and cemeteries: a perfect match. *Trop. Med Int Health* 12(2): 299-313 p.

Wang, X, G Zhou, D Zhong, Y Li, S Octaviani., AT Shin, T Morgan, K Nguyen, J Bastear, M Doyle, RF Cummings y G Yan. 2021. Impact of underground storm drain systems on larval ecology of *Culex* and *Aedes* species in urban environments of Southern California. *Scientific reports* 11 (1): 1-11 p.

Wermelinger, ED, AP Ferreira, RWD Carvalho, AAD Silva & CV Benigno. 2015. *Aedes aegypti* eggs oviposited on water surface collected from field ovitraps in Nova Iguaçu City, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 48 (6): 770-772 p.

Wong, J, H Astete, AC Morrison y TW Scott. 2011. Sampling consideration for designing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) oviposition studies in Iquitos, Peru: substrate preference, diurnal periodicity, and gonotrophic cycle length. *J Med Entomol* 48 (1): 45-52 p.

Yasuno, M & RJ Tonn. 1970. A study biting habits of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. *Bull World Health Organ* 43 (2): 319-325 p.

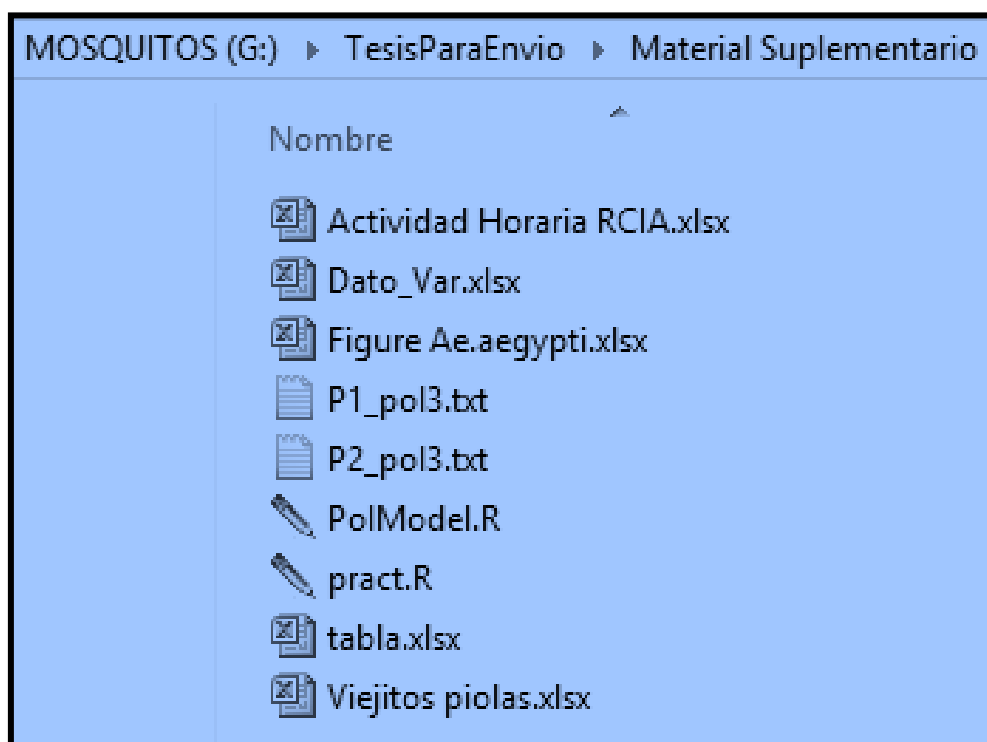
Yossen, MB. Dinámica temporal y espacial de la actividad de oviposición de *Stegomyia aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) en dos localidades del centro-este de la provincia de Santa Fe. Tesis de grado. Universidad Nacional del Litoral 78 p.

Zanotti, G, MS De Majo, I Alem, N Schweigmann, RE Campos y S Fischer. 2015. New records of *Aedes aegypti* at the southern limit of its distribution in Buenos Aires province, Argentina. *J Vec Ecol* 40 (2): 408-411 p.

Zapata, L, E Mari, M Stein y JO Goronder. 2002. Criaderos de *Aedes aegypti* y la culicifauna asociada (Diptera: Culicidae) en la Ciudad de Corrientes. VII *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. 1-4 p. Corrientes.

Zeidler, JD, POA Acosta, PP Barrêto y JDS Cordeiro. 2008. Dengue virus in *Aedes aegypti* larvae and infestation dynamics in Roraima, Brazil. *Rev Saude Publica* 42: 986-991 p.

MATERIAL SUPLEMENTARIO



*“...Seguís agregando cosas a la tesis,
Flaco cortala ya y entrega eso.”*

Janinna

Capítulo 2

Material suplementario 1. Régimen de Humedad de 3 localidades del Chaco

Localidad	Estación Meteorológica	IHA	IHE	Cociente
Nueva Pompeya	Las Lomitas	3,5256	4,7331	0,7449
Pampa del Indio	Roque Saenz Peña	4,3909	5,5129	0,7965
Resistencia	Resistencia	5,6704	6,2860	0,9021

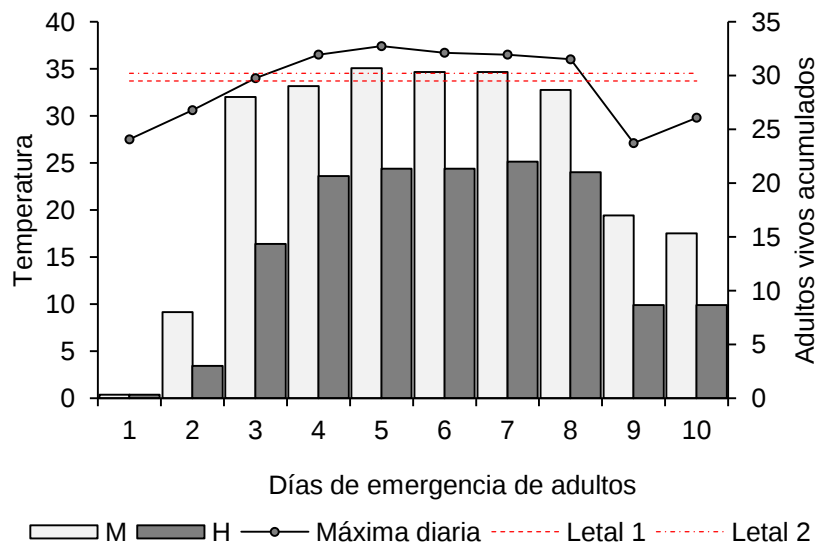
Capítulo 3

Material suplementario 1. Características del conjunto de datos según variables de estudio.

Variables	Normalidad	Homocedasticidad	Valores Atípicos	n por grupos de comparación
POT	No	No	Si*	8 9 10
Raíz(POT)	Si	Si	No	8 9 10
CH	No	No	Si	8 9 10
Raíz(CH)	Si	Si	Si	8 9 10
CVh	No	Si	Si	24
CVp	No	Si	Si	24
P1(CH)	Si	Si	No	23
P2(CH)	Si	Si	No	18

*Solo registrado en 2 tratamientos o semanas estacionales.

Capítulo 4



Material Suplementario Figura 4.1S. Temperaturas máximas diarias y número promedio de adultos vivos acumulados de *Aedes aegypti* en la colonia de verano 2017 (28/12/16 al 06/01/17) en la ciudad de Resistencia (Chaco). M: macho, H: hembra, Letal 1: temperatura límite de *Culex pipiens* (34,4 °C), Letal 2: temperatura límite de *Culex hepperi* (33,7 °C).

Material Suplementaria Tabla 4.1S. Características del conjunto de datos para el análisis estadístico.

Variables	Normalidad	Homocedasticidad	Valores atípicos	n por grupo de comparación
Tiempo de Desarrollo	No*	Si	Si	3
Mortalidad	No*	Si	No	3
Supervivencia	No*	Si	No	3
Sex Ratio	No	Si	Si	5-6-16-22
m_x^1	No	Si	Si	25-47-88
m_x^2	No	Si	Si	17-45
F_x^1	No	No	Si	25-47-88
F_x^2	No	No	Si	17-45
Longevidad ¹	Si	No	No	6
Longevidad ²	Si	No	No	4

¹Hembras con acceso a solución azucarada.

²Hembras sin acceso a solución azucarada.

*Solo uno y rara vez dos grupos a comparar tenían la condición de normalidad.

Material suplementario Tabla 4.2S. Duración del ciclo de vida de *Aedes aegypti* por estación climática

Estado	Invierno 2015	Primavera 2015	Otoño 2016	Verano 2017
Larva I	1	1	1	1
Larva II	2	1	8	2
Larva III	3	2	3	2.5
Larva IV	11	1	2	1.75
Pupa	6	3	6	2.75
Larva-Pupa	18	8	20	10
Hembra	60 (46-67)	45 (18-52)	69 (39-87)	23 (12-45)
Macho	28 (20-67)	28.5 (12-40.5)	33 (25-68)	43 (11-81)
Larva-Hembra	78	53	89	33
Larva-Macho	46	36.5	53	53

En paréntesis longevidad mínima y máxima.



La imagen de la portada ilustra los cambios estacionales en la abundancia de las poblaciones de *Aedes aegypti* durante 2015 a 2017. Aunque este estudio se realizó en la localidad de Resistencia (Chaco), y particularmente, en viviendas familiares del centro de la ciudad; la información que aporta podría resultar de interés para otras áreas de la región del noreste argentino. En el NEA, las poblaciones del vector son influenciadas por cambios en los regímenes térmicos, como por ejemplo el descenso de temperatura. Por ello, la temperatura mínima anual de 15°C es representado para la región en líneas punteadas (SMN serie 1986-2010). Sin embargo, la temperatura no es estrictamente la única variable o factor que explica la presencia y los incrementos poblacionales de *Aedes aegypti*.

La imagen de la contraportada representa el vehículo utilizado por el autor para monitorear la actividad del vector en las viviendas, buscar las larvas y pupas del cementerio municipal y realizar los ensayos experimentales del ciclo de vida en el Instituto de Medicina Regional-UNNE.

